

Harnflußmessungen bei blasengesunden Frauen

von

Karin Ute Fromm

aus

Eschenbach i. d. Opf.

1969

Aus der Urologischen Abteilung der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Leiter: Professor Dr. A. Sigel

Harnflußmessungen bei blasengesunden Frauen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Karin Ute Fromm

aus

Eschenbach i. d. Opf.

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen - Nürnberg.



Dekan: Prof. Dr. A. Kröncke

Referent: Prof. Dr. A. Sigel

Tag der mündlichen Prüfung: 27.2.1969

Herrn Prof. Dr. A. S i g e l, Leiter der Urologischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen, danke ich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Meinen besonders herzlichen Dank möchte ich Herrn Oberarzt Dr. Th. S c h m i d t für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit aussprechen.

Inhaltsverzeichnis

A	Einleitung.....	1
B	Anatomie der Harnblase und Physiologie der Miktion..	2
C	Geschichtliches.....	5
D	Eigene Untersuchungen	
	I. Methodik	17
	1. Probanden.....	17
	2. Registriergerät.....	17
	3. Durchführung.....	19
	II. Untersuchungsergebnisse	
	1. Einzelwerte von 494 Miktionsaufzeichnungen...	20
	Statistische Auswertung.....	20
	2. Prüfung der Harnflußraten im Sitzen, Stehen, mit und ohne Pressen bei verschiedenen Bla- senvolumina.....	31
	3. Ergebnisse von 64 Einzelmessungen bei einer Person.....	34
	4. Prüfung der Flußraten auf Altersabhängigkeit.	36
	5. Grenzen, innerhalb derer der normale Harnfluß unter Berücksichtigung des Füllungsvolumens der Blase bei Frauen zu erwarten ist.....	36
E	Diskussion	
	I. Auswertung.....	38
	II. Einflußmöglichkeiten auf die Miktionsrate.....	42
	1. Untersuchungsgeräte.....	43
	2. unterschiedliche Eigenschaften verschiedener Personen.....	43
	3. veränderliche Eigenschaften derselben Person.	44
F	Zusammenfassung.....	49
G	Literaturverzeichnis.....	51
H	Anhang	

A. Einleitung

Erkrankungen der unteren Harnwege sind häufig von einer Störung der Miktion begleitet. Die Angaben des Patienten über seine Miktionsgewohnheiten sind subjektiv. Rektale Untersuchung, Restharnbestimmung, Miktionszystourethrographie und Zystoskopie führen in der Regel zu anatomischen Diagnosen. Zur exakten Befunderhebung bei Blasenentleerungsstörungen gehört eine objektive Erfassung und Fixierung des Miktionsablaufs durch Meßdaten. Diesem Wunsch nach funktioneller Blasendiagnostik tragen u.a. Blasendruck- und Harnflußmessungen Rechnung.

Die Harnflußmessung (Uroflowmetrie) läßt sich bis zum Anfang dieses Jahrhunderts zurückverfolgen. Eine Vielzahl von Verfahren und Apparaten wird empfohlen. Sie können zum Teil nur theoretisches Interesse beanspruchen. Ein ideales Meßgerät muß so konstruiert sein, daß es den Patienten psychisch und physisch wenig belastet und auch für den praktisch tätigen Urologen verwendbar ist. Vor allem aber hängt die Aussagekraft der uroflowmetrisch gewonnenen Ergebnisse von der klaren Definition des normalen Grenzbereiches ab. Erst dann wird die Harnflußrate als Kriterium einer Miktionsstörung brauchbar.

Zur Ermittlung des Spektrums normaler Harnflußraten wurden 494 Flußmessungen bei 41 blasengesunden Frauen durchgeführt. Gleichzeitig wurde der Einfluß der Körperhaltung (Sitzen bzw. Stehen), der willkürlichen Betätigung der Bauchpresse bei der Miktion und die Abhängigkeit der Flußrate von der Höhe des Blasenvolumens untersucht.

B. Anatomie der Harnblase und Physiologie der Miktion.

Die Harnblase ist ein muskulöses Hohlorgan, das den Harn sammelt, bis er in einer willkürlichen Entleerung (Mictio) durch die Harnröhre abgelassen wird.

Die Harnblase liegt im kleinen Becken hinter den Schambeinen. Form und Lage wechseln mit dem Füllungsvolumen. Die Achse des Organs - von der Spitze, Apex vesicae, zum Blasengrund, Fundus vesicae, - verläuft von vorne oben nach hinten unten. Da der Fundus fixiert ist, rückt er, wenn sich die Blase füllt, nur wenig abwärts; dagegen steigt die Blase in den Bauchraum und nimmt das Bauchfell, das ihren oberen und hinteren Bereich überzieht, mit..

Die Blasenwand besteht aus 4 Schichten: Adventitia, Muskularis, Submukosa und Mukosa.

Die Muskulatur ist in Bündeln geordnet und hängt netzförmig zusammen; man unterscheidet eine äußere Längs-, eine mittlere Ring- und eine innere Längsschicht.

Ein besonderes Gefüge besitzt die Muskulatur des Blasendreiecks, Trigonum vesicae, das ein feinfaseriges Muskelpolster darstellt, in dem die Mündungsstücke fixiert sind.

Die Ureteren münden an den dorsolateralen Ecken des Blasendreiecks; die Abflußöffnung, Ostium urethrae int., liegt an seiner Spitze, dem tiefsten Punkt der Blase.

Die weibliche Harnröhre ist 3-5cm lang und folgt dem Hinterrand der Symphyse. Die distalen 2/3 sind in die ventrale Vaginalwand eingebettet. Die Schleimhaut

ist in Längsfalten gelegt. Das Bindegewebe der Schleimhaut ist reich an elastischen Fasern und von Venennetzen durchsetzt, die offenbar Anteil an dem Verschlus haben. Die glatte Muskulatur der Urethra besteht aus inneren längs- und äußeren spiralartig verlaufenden Faserbündeln. Im mittleren Drittel wird die Harnröhre von einem quergestreiften Sphinkter umgeben, der von den Dammuskeln abstammt. Einen lokalisierten glatten Sphinkter gibt es nicht; Harnröhre und Blase stellen somit eine anatomische und funktionelle Einheit dar.

Die Nerven bilden jederseits einen Plexus vesicalis, der sympathische Fasern enthält und durch den N. pelvici vom 3. und 4. Sakralnerven parasympathische Anteile bekommt. Dazu kommen Ganglienzellen in der Blasenwand. Diese peripheren Apparate sind dem Zentralnervensystem unterstellt. Ein sympathisches Reflexzentrum findet sich im oberen Lendenmark (Th11-L3), ein parasympathisches im Sakralmark (S2-S5). Das kortikale Blasenzentrum liegt im Lobulus paracentralis. Der quergestreifte Sphinkter wird als Abkömmling der Dammuskulatur vom N. pudendus versorgt.

Die normale Miktion kommt durch den Blasenentleerungsreflex und einen Willensakt zustande. Die willkürlichen Impulse, die von der Hirnrinde ausgehen, gelangen vermutlich nicht zur Blasenmuskulatur, sondern erreichen über den N. pudendus den quergestreiften Sphinkter. Die direkte Antwort auf diese Impulse ist die Erschlaffung des Sphinkters. Dadurch werden afferente Impulse ausgelöst, die über afferente Fasern des N. pudendus das Rückenmark erreichen. Nach ihrer Umschaltung gelangen sie durch efferente Fasern der

Beckennerven zur Blasenmuskulatur und bewirken deren Kontraktion. Der Miktionsreflex wird somit durch willkürliche Hemmung des quergestreiften Sphinkters eingeleitet.

Die glatte Muskulatur der Harnröhre erschlafft während der Detrusorkontraktion. Die gleiche Wirkung hat die Reizung des parasympathischen Nerven, während die Reizung des sympathischen zu ihrer Kontraktion führt. Detrusor und Harnröhrenmuskulatur verhalten sich genau umgekehrt. Dies betrachtet man als funktionelle Adaptation: Einerseits wird der Harnfluß während der Miktion erleichtert, andererseits wird der Sphinktermechanismus während der Erschlaffung des Detrusors und der Blasenfüllung unterstützt.

Der adäquate Reiz für die Rezeptoren in der Blasenwand ist 1. die passive Dehnung des Muskels bei der Füllung des Organs und 2. der Spannungsanstieg auf Grund einer aktiven Kontraktion. Beide Reize bewirken das Gefühl des Harndrangs. Bleibt die Empfindung relativ konstant, so kann sie aus dem Bewußtsein verdrängt werden. Schwankungen in der Stärke des Gefühls spiegeln nicht unbedingt Änderungen der Reizstärke wider; sie können psychisch bedingt sein.

C. Geschichtliches

Bei den Untersuchungen über die Physiologie der Miktion wurde die Aufmerksamkeit zunächst dem Blasendruck zugewandt. Das Ergebnis von Druckmessungen erlaubte gewisse Schlüsse auf die Funktion der Harnblase. Weitere Erkenntnisse brachte die Untersuchung des Harnflusses. In neuerer Zeit werden gleichzeitige Druck- und Flußmessungen beschrieben.

SCHWARTZ und BREMER (1922) leiten den horizontal gerichteten Harnstrahl über eine Reihe von Gefäßen und tragen deren verschiedenen Inhalt in einer Kurve auf. Sie finden eine normale maximale Flußrate von näherungsweise 20 ml/sec und halten sie bei ein und derselben Person für konstant.

GRÖNVALL (1925) konstruiert als erster ein Gerät zur Aufzeichnung des Miktionsablaufs. Es besteht aus einem Urinsammelgefäß mit einem Schwimmer, der mit wachsendem Volumen steigt und dessen Bewegung von einem Kymographen aufgezeichnet wird. Die erhaltene Miktionskurve hat S-Form; sie ist bei Frauen steiler als bei Männern, bei gesunden Männern steiler als bei Patienten mit sog. Prostatahypertrophie. Die Höhe der durchschnittlichen Miktionsraten bzw. der maximale Harnfluß wurde nicht angegeben.

BALLENGER, ELDER und McDONALD (1932) empfehlen die Messung der größten Reichweite des Harnstrahls zur Beurteilung einer Miktionsbehinderung bei älteren Männern.

MORALES und ROMANUS (1952, 1954) erörtern als Kri-

terium der Harnentleerung die vertikale Höhe, zu der der Harnstrahl aufsteigt, wenn der Strahl bei freier Miktion direkt nach oben gerichtet ist.

JOHANSON (1953) bestimmt die Zeit, die zur Füllung eines Gefäßes mit einer Kapazität von 100 ml während des Stadiums des stärksten Harnflusses notwendig ist. Er beurteilt mit dieser Methode Harnröhrenstrikturen vor und nach der Operation.

DRAKE (1948) konstruiert ein Gerät, das Uroflowmeter, das die Aufnahme eines Volumen- Zeit- Diagramms des Urinflusses ermöglicht. Der Apparat benutzt das Prinzip einer Federwaage, die fortlaufend die Gewichtszunahme des entleerten Urins auf einen mit Sekundenschreibung ausgerüsteten Kymographen überträgt. Die Kurve erlaubt die Berechnung des im Verlauf der Miktion erreichten maximalen Urinflusses in ml/sec.

DRAKE macht Aufzeichnungen von 155 gesunden, jungen Männern. Die maximalen Flußraten liegen zwischen 3 und 50 ml/sec für Miktionsvolumina von 3 bis 560ml. Sie fallen bei Volumina unter 200 ml rasch ab und betragen für Volumina über 200 ml über 20 ml/sec. Maximale Flußraten ab 20 ml/sec werden deshalb bei einem Blaseninhalt von mindestens 200 ml als normal betrachtet.

Mehrere Aufzeichnungen bei derselben Person zeigen, daß die maximale Flußrate mit steigendem Füllungsvolumen der Blase zunimmt.

Niedrige Flußraten kommen bei Strikturen, Blasenhalssklerose, sog. Prostatahypertrophie und neurogener Blase vom atonisch paralytischen Typ vor.

Dem Wunsch nach Vereinfachung trägt DRAKE 1954 durch Schaffung eines auf völlig anderen Grundlagen

beruhenden Uroflowmeters Rechnung. Dieses Modell hat bei verschiedenen Urinspiegeln Öffnungen, durch die der Urin in getrennte Kammern fließen kann. Durch die Feststellung, welche Kammern nach der Miktion Urin enthalten, kann die Harnflußrate bestimmt werden.

PETER, DRAKE und CAMDEN (1958) bestimmen die maximalen Flußraten von 70 Nichtschwangeren und 455 Schwangeren. Sie schließen aus der Unfähigkeit, eine Blasenfüllung von 200 ml oder eine maximale Flußrate von 20 ml/sec zu erreichen, auf eine verminderte vesikourethrale Funktion. Hinsichtlich dieser Kriterien bleiben die meisten Frauen während der Schwangerschaft und 77 % der Frauen während des Puerperiums normal. Die maximalen Flußraten von Schwangeren sind jedoch auf Grund ihrer Blasenhypotonie niedriger als von Nichtschwangeren, deren Durchschnittswert für Volumina über 200 ml bei 25 ml/sec liegt. Verglichen mit DRAKES Aufzeichnungen bei gesunden Männern sind die Flußraten bei Frauen höher.

DAVIS (1958), der DRAKE zur Konstruktion des Uroflowmeters angeregt hat, errechnet eine Harnflußrate von 22-25 ml/sec als Normalwert. Er geht dabei von der Überlegung aus, daß während einer Detrusorkontraktion von ungefähr 20 Sekunden 450 bis 500 ml Urin bei einem Druck von 50 bis 60 mmHg oder weniger durch die Urethra fließen können. Seine Hypothese wird durch Harnflußmessungen bestätigt.

KAUFMAN (1957, 1961) benutzt einen handlichen Apparat, der auf dem Prinzip von DRAKES Original-Uroflowmeter beruht, aber einen automatischen elektrischen Startmechanismus besitzt.

Auf Grund von 5000 Aufzeichnungen von Gesunden und von Patienten mit Erkrankungen des unteren Harntraktes und von 1000 Messungen bei Schulkindern hält KAUFMAN das Uroflowmeter als diagnostische Hilfe für erwiesen. Er findet bei gesunden Frauen im Durchschnitt eine maximale Flußrate von 31,0 ml/sec, bei Männern 28,0 ml/sec, bei Mädchen zwischen 6 und 12 Jahren 28,1 ml/sec und bei Knaben entsprechenden Alters 25,3 ml/sec.

SHIELDS, BAIRD und McDONALD (1958) arbeiten mit dem KAUFMAN-Uroflowmeter. Sie erweitern den Anwendungsbereich der Uroflowmetrie durch die differenzierende Harnflußmessung. Diese ermöglicht die Unterscheidung zwischen stenosierenden Erkrankungen der unteren Harnwege und der Detrusorschwäche auf neurogener bzw. myogener Grundlage. Das Prinzip der differenzierenden Harnflußmessung beruht auf der Konstanthaltung des Widerstandes von Blasenhalshals und Urethra durch Einführen eines standardisierten Katheters. Die so gemessene Harnflußrate stellt die potentielle Fähigkeit zur Harnentleerung bei Abwesenheit einer Stenose dar. Der Vergleich mit der katheterfreien Urinflußmessung desselben Patienten zeigt den Grad einer bestehenden Abflußbehinderung. In beiden Fällen verminderte Flußraten kommen bei Detrusorschwäche vor.

Die Autoren untersuchen vor allem Prostatiker prä- und postoperativ. Sie weisen auf die Bedeutung der differenzierenden Uroflowmetrie bei der prognostischen Beurteilung operativer Eingriffe hin.

STEWART (1960) verwendet das KAUFMAN-Uroflowmeter. Er bestreitet den Wert der Uroflowmetrie zur Diagnose

von Erkrankungen des unteren Harntraktes, da sich der untere Bereich der Flußraten bei Gesunden und der obere Bereich bei Kranken überschneiden. Eine maximale Flußrate von 23 ml/sec hält er für wahrscheinlich normal. Flußraten darunter können auf einer Stenose, auf Detrusorschwäche, Dysurie oder psychischen Faktoren beruhen, aber auch bei Gesunden vorkommen. Die differenzierende Uroflowmetrie führt bei ihm in 24 % der Fälle zu Fehlschlüssen.

RUTISHAUSER und LEDERMANN (1961) überzeugen sich von der Brauchbarkeit von DRAKES Uroflowmeter. Bei blasengesunden Personen zwischen 20 und 40 Jahren erhalten sie bei einer Miktionsmenge über 200 ml fast immer einen maximalen Urinfluß von 25 ml/sec. In höherem Alter besteht eine Neigung zu niedrigeren Werten. Auf Grund von prä- und postoperativen Urinflußmessungen kommen sie zu dem Schluß, daß die Uroflowmetrie eine objektive katheterfreie Beurteilung des Miktionsablaufs ermöglicht und als differenzierende Uroflowmetrie ein Urteil über den funktionellen Zustand des Detrusors und das Ausmaß der Abflußbehinderung gestattet.

Wir kennen zwei Typen von Uroflowmetern. Bei den bisher beschriebenen Apparaten (GRÖNVALL, DRAKE, KAUFMAN) wird das Miktionsvolumen als Funktion der Zeit aufgezeichnet. Ein anderer Typ (v.GARRELTS) schreibt gleichzeitig noch eine Kurve für die Flußrate.

V.GARRELTS (1956-1958) beschreibt eine neue Methode zur Analyse des Miktionsablaufs. Sein Apparat besteht aus einem zylindrischen Sammelgefäß für den

Urin. Die Druckänderungen am Boden des Gefäßes werden in elektrische Äquivalente umgewandelt, die nach Verstärkung von einem Fotokymographen aufgezeichnet werden. Die erhaltenen Kurven bringen das Miktionsvolumen als Funktion der Zeit. Die elektrische Ableitung ergibt eine Kurve für die Flußrate.

V. GARRELTSS wendet diese Methode auch bei Studien über den intravesikalen und intraabdominellen Druck während der Miktion an. Bei Untersuchungen von gesunden Männern findet er, daß die normale Miktion vom intraabdominellen Druck unabhängig ist. Bei ein und derselben Person ist der Miktionsdruck konstant und unabhängig vom Blasenvolumen, während die maximale Flußrate mit dem Blasenvolumen steigt.

Die Beziehung zwischen Miktionsvolumen und maximaler Flußrate studiert v. GARRELTSS mit Hilfe der sog. Regressionsanalyse. Um für diese Beziehung eine lineare Funktion zu erhalten, trägt er bei der graphischen Darstellung auf der Abszisse die Quadratwurzel des Urinvolumens und auf der Ordinate die maximale Flußrate auf.

Die maximalen Flußraten streuen bei gesunden Männern innerhalb weiter Grenzen. Es werden näherungsweise die Grenzen bestimmt, in denen der normale maximale Fluß bei gegebenem Volumen zu erwarten ist. Bei älteren Personen besteht eine Tendenz zu niedrigeren Flußraten. Die Analyse der durchschnittlichen Flußraten bringt nichts wesentlich Neues.

Die Form der Kurve für die Flußrate zeigt beim Gesunden einen steilen Anstieg, erreicht ihren Höhepunkt in einem sanft gerundeten Bogen und fällt steil ab. Bei Strikturpatienten kommt es zu einer plateauartigen Form der Kurve, während für Prostatiker ein steiler Anstieg und ein sehr langsamer Abfall charak-

teristisch ist. Bei beiden Erkrankungen ist die maximale Flußrate erniedrigt. Jedoch wächst bei der sog. Prostatahypertrophie im Gegensatz zur Harnröhrenstriktur die maximale Flußrate mit dem Füllungsvolumen der Blase.

1963 veröffentlichen BACKMAN und v.GARRELTS eine für den klinischen Routinebetrieb modifizierte Form von v.GARRELTS' Uroflowmeter.

BACKMAN (1965) untersucht damit den Harnfluß von 151 blasengesunden Frauen verschiedenen Alters und wertet seine Meßergebnisse wie v.GARRELTS statistisch aus. Auch bei Frauen wächst die Harnflußrate mit steigendem Miktionsvolumen. Sie nimmt mit zunehmendem Alter ab und wird durch Parität erniedrigt. Eine Erhöhung der maximalen Flußrate, bei einer 24jährigen Frau auf 110 ml/sec, wird durch Pressen erzielt. Die Tatsache, daß die zweite Flußratenmessung bei derselben Person höhere Werte liefert, führt BACKMAN auf die stärkere psychische Beeinflussung bei der ersten Bestimmung zurück. Ein Vergleich BACKMANs mit v.GARRELTS' Untersuchungsreihe zeigt, daß Frauen bei gleicher Miktionsmenge eine höhere Flußrate haben als Männer entsprechenden Alters.

Intravesikaler und intraabdomineller Druck und Harnfluß während der Miktion bei gesunden Frauen verschiedenen Alters werden von BACKMAN, v.GARRELTS und SUNDBLAD (1966) aufgezeichnet und mit v.GARRELTS' Ergebnissen bei Männern verglichen.

ROSS und NIXON (1961) verwenden v.GARRELTS' Original-Uroflowmeter in geringer Modifikation. Sie beobachten bei Patienten mit einer Stenose der unteren

Harnwege, daß die Kurve für die Flußrate um so mehr der normalen Miktionskurve gleicht, je weiter distal das Flußhindernis gelegen ist.

HOLM (1962, 1964) entwickelt ein Uroflowmeter zur direkten Bestimmung der maximalen Flußrate. Das Prinzip beruht darauf, daß der pro Zeiteinheit entleerte Urin ein gleich großes Luftvolumen aus einem Gefäß verdrängt. Diese Luft wird durch einen geeichten Strömungsmesser geleitet, wo die höchste Position eines Flotteurs die maximale Flußrate anzeigt.

Zur Bestimmung der Normalwerte des maximalen Harnflusses werden 141 Männer und 44 Frauen verschiedenen Alters untersucht. Die Versuchspersonen sind frei von Erkrankungen des Urogenitaltraktes. Die maximalen Flußraten liegen zwischen 13 und 43 ml/sec bei Männern und 20 bis 40 ml/sec bei Frauen bei Miktionsmengen ab 200 ml. HOLM betrachtet 15 ml/sec bei Männern und 20 ml/sec bei Frauen als untere Grenze des normalen maximalen Flusses bei Miktionsmengen ab 200 ml. Eine maximale Flußrate unter 15 bzw. 20 ml/sec bei einem Miktionsvolumen über 200 ml ist pathologisch. Ein Fluß unter 15 bzw. 20 ml/sec bei einem Volumen unter 200 ml erfordert eine Wiederholung der Messung mit dem Versuch, höhere Miktionsvolumina zu erhalten.

ARBUCKLE und PAQUIN (1963) halten den Harnflußwiderstand für das wichtigste Kriterium der Harnentleerung. Sie beschreiben eine Technik, die Elektromanometrie, für gleichzeitige Fluß- und intravesikale Druckmessungen. Aus den erhaltenen Meßwerten wird der Widerstand berechnet.

Sie zeichnen 92 Miktionsabläufe von 27 gesunden, jungen Frauen auf. Der intravesikale Druck ist im

Stehen höher als im Sitzen und Liegen. Die Flußrate wird sitzend bestimmt. Der Medianwert der durchschnittlichen Flußraten beträgt 13,8 ml/sec, der der maximalen Flußraten 21,3 ml/sec für Miktionsmengen von 100 bis 600 ml. Als untere Grenze der Norm legen sie 3,6 ml/sec für die durchschnittliche und 10,0 ml/sec für die maximale Flußrate fest.

SCOTT, F.B., QUESADA und CARDUS (1964) legen den Nachdruck ihrer Untersuchung über die Physiologie der Miktion auf die gleichzeitige Aufzeichnung von intravesikalem Druck, Harnflußrate und elektromyographischer Aktivität des äußeren Sphinkters. Die Harnflußrate wird mit einem elektromagnetischen Flowmeter direkt bestimmt.

Die Autoren zeichnen 62 Miktionen von 14 gesunden Männern im Alter von 24 bis 46 Jahren auf. Die Versuchspersonen führen Harnentleerungen im Liegen, Sitzen und Stehen durch.

Prämiktionsdruck, Öffnungsdruck und Nach-Miktionsdruck steigen mit Änderung der Position vom Liegen zum Sitzen zum Stehen, während Miktionsdruck, der Druck bei maximalem Harnfluß und der maximale Miktionsdruck von der Position unabhängig sind.

Es werden maximale Flußraten zwischen 7 und 32 ml/sec gemessen. Der Mittelwert beträgt im Liegen 16,0 ml/sec, im Sitzen 19,7 ml/sec und im Stehen 16,2 ml/sec. Beide, die maximale und die durchschnittliche Flußrate, sind sitzend gemessen höher als liegend und stehend. Bei Flußmessungen sollte daher die Position angegeben werden.

GLEASON (1964) bestimmt Blasendruck, intraabdominellen Druck und Harnflußrate gleichzeitig. In den meisten Fällen unterstützt der durch die Bauchpresse

erhöhte Miktionsdruck die Harnentleerung, in einigen Fällen soll der angestiegene Druck allerdings den Urinfluß herabsetzen.

WINTER (1964) entwickelt die radioisotope Uroflowmetrie. Hierzu werden ein Geigerzähler, ein Geschwindigkeitsmesser und ein Aufzeichnungsgerät benötigt. Es wird eine Dosis von 5 Mikrocurie radioaktivem Jod intravenös oder peroral verabreicht. Die Radioaktivität der Blase ist 30 Minuten nach intravenöser und 60 bis 90 Minuten nach peroraler Gabe meßbar. Bei der Harnentleerung nimmt die Radioaktivität der Blase ab, was als abfallende Kurve aufgezeichnet wird. Die größte Neigung der Kurve spiegelt die maximale Flußrate wider. Aus der Differenz der Radioaktivität der Blase vor und nach der Miktion kann auf Resturin geschlossen werden.

WINTER betrachtet eine Flußrate über 20 ml/sec als normal, zwischen 15 und 20 ml/sec als zweifelhaft normal und unter 15 ml/sec als pathologisch.

BRESSEL (1965) verwendet ein Uroflowmeter, wie es in ähnlicher Form von HOLM angegeben wird. Am Beispiel von 12 Einzelmessungen eines gesunden Mannes zeigt er, daß die Harnflußrate von der Urinmenge abhängig ist. Der Normalwert für das maximale Sekundenvolumen liegt bei gesunden Personen über 20 ml/sec, eine Mindesturinmenge von 150 ml vorausgesetzt. BRESSEL sieht den Wert der Uroflowmetrie in der objektiven Erfassung von Blasenentleerungsstörungen und der Kontrollmöglichkeit eines Behandlungsverfahrens. Beispielsweise dokumentiert die Normalisierung eines pathologischen Uroflowgramms nach transurethraler Elektroresektion des Blasenhalbes den Therapieerfolg.

HINMAN (1965) beschreibt ein Flowmeter zur automatischen Bestimmung der maximalen Harnflußrate. Es basiert auf dem Prinzip, daß nach Entleerung von 50 ml Urin ein Stromkreis geschlossen und eine elektrische Uhr in Gang gesetzt wird. Nach Entleerung von 150 ml wird ein zweites Relais geöffnet und die Uhr gestoppt. Die Uhr zeigt direkt die Harnflußrate in ml/sec an. Zahlenwerte für Harnflußraten werden nicht gebracht.

SMITH (1966) erhält bei 50 Messungen von einem gesunden Mann Flußraten zwischen 20 und 28 ml/sec für Miktionsmengen von 200 bis 500 ml. Eine Neigung zu langsameren Flußraten besteht bei Blasenfüllungen unter 150 ml und bei sehr großen Volumina. SMITH bemerkt eine Veränderlichkeit der Flußrate von 30 bis 50 % bei verschiedenen Miktionen und schließt, daß nur mehrfache Bestimmungen sinnvoll seien.

SMITH berichtet von einem Patienten mit Harnröhrenstriktur, der von sich im Laufe von Jahren 3500 Messungen machte. Der Patient bestimmte mit seiner Taschenuhr die Miktionszeit, maß das Miktionsvolumen und errechnete daraus die durchschnittliche Flußrate. Er stellt eine stetige Abnahme der Harnflußrate zwischen den Dilatationen fest.

Auf dieser Beobachtung basiert SMITHs Versuch, ein Uroflowmeter für den einzelnen Patienten zu entwickeln.

KOONTZ und ROWAN (1967) beschreiben einen Apparat, der die Flußrate direkt mißt. Er besteht aus 60 kreisförmig angeordneten Plexiglasbehältern von je 50 ml Kapazität. Die Anordnung macht eine vollständige Umdrehung in der Minute. Der Patient entleert den Urin in einen Trichter, dessen Ausfluß sich über den rotie-

renden Behältern befindet. Auf diese Weise ist jeder Behälter eine Sekunde lang unter dem Trichter. Ihr Inhalt stellt den Harnfluß pro Sekunde während des Miktionsaktes dar.

Die Autoren untersuchen Gesunde und Patienten mit Erkrankungen des unteren Harntraktes vor und nach der Behandlung. Die maximalen Flußraten reichen bei gesunden Männern von 14 bis 36 ml/sec, bei gesunden Frauen von 17,5 bis 46,0 ml/sec. Messungen bei derselben Person zu verschiedenen Zeiten zeigen einen bemerkenswerten Unterschied auch bei annähernd gleichem Miktionsvolumen. Aus der Aufzeichnung einer einzigen Flußrate kann deshalb auf eine Abnormität nur dann geschlossen werden, wenn sie klar aus dem Normalbereich fällt.

D. Eigene Untersuchungen

I. Methodik

1. Probanden

Bei 41 blasengesunden Frauen im Alter von 15 bis 35 Jahren wurden Urinflußmessungen durchgeführt. 11 der Frauen über 25 Jahre hatten geboren. Die Untersuchungsreihe schloß Schwesternschülerinnen, Medizinstudentinnen, Ärztinnen und Hausfrauen ein.

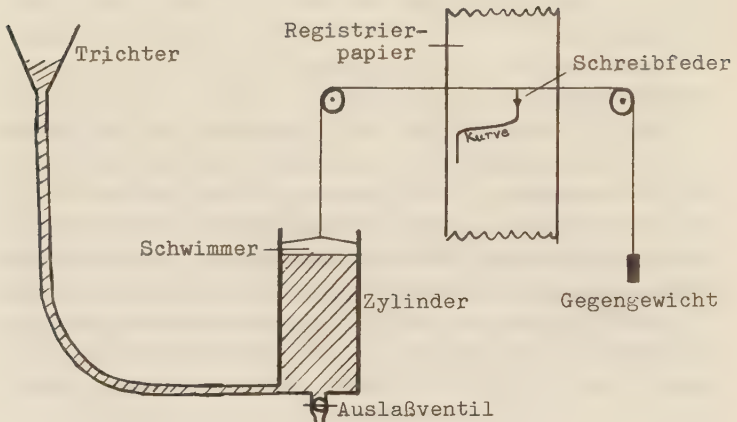
Es war schwierig, Frauen für differenzierte Harnflußmessungen zu gewinnen. Von den 41 Frauen, die sich freiwillig zur Verfügung gestellt hatten, konnte nur bei 20 das umfangreiche Versuchsprogramm beendet werden; von den übrigen wurden 1 bis 13 Messungen gemacht. Einige Frauen konnten oder wollten keine Harnentleerungen im Stehen durchführen. Für die meisten war es stark belastend bzw. unmöglich, Blasenfüllungen über 400 ml zu erreichen.

2. Registriergerät (vgl. Schema)

Wir verwendeten ein Uroflowmeter, das an der Urologischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen entwickelt wurde.

Es besteht aus einem Trichter mit Verlängerungsstück, das am Boden eines Zylinders mündet. Im Zylinder befindet sich ein Schwimmer, der über eine Rolle mit einer Schreibfeder verbunden ist. Der Seilzug verläuft von der Schreibfeder über eine zweite Rolle auf der anderen Seite des Gerätes zu einem Ge-

Schematische Darstellung des Uroflowmeters



wicht, das als Gegengewicht zum Schwimmer dient. Unter der Schreibfeder läuft nach Einschalten des Registriergerätes durch Knopfdruck auf elektrischem Weg ein Millimeterpapier mit der Geschwindigkeit von 1 mm/sec.

Wird Harn in den Trichter entleert, so fließt er über das Verlängerungsstück zum Zylinder, wo der Schwimmer an der Oberfläche der anwachsenden Harnmenge nach oben steigt. Gleichzeitig sinkt das Gegengewicht nach unten und die Schreibfeder wird von der einen Seite des Gerätes zur anderen bewegt. Dabei entsprechen 3,2 cm Abweichung einem Harnvolumen von 100 ml.

Das Registriergerät zeichnet das entleerte Harnvolumen als Funktion der Zeit auf; die Kurve hat S-Form. Aus dem gesamten Harnvolumen und der Miktionszeit wird die durchschnittliche, aus dem steilsten

Anstieg der Kurve die maximale Harnflußrate in ml/sec berechnet.

Für eine zuverlässige Registrierung ist ein Harnvolumen über 90 ml notwendig.

3. Durchführung

Die Frauen wurden veranlaßt, Harn in den Trichter zu entleeren, der bei der Versuchsdurchführung im Sitzen unter einen Toilettenstuhl gebracht wurde. Um die psychische Beeinflussung möglichst gering zu halten, blieben die Versuchspersonen nach genauer Informierung über die Art des Harnlassens und dem Einschalten des Gerätes durch den Untersucher allein.

Angestrebt wurden bei jeder Frau mindestens 12 Harnflußmessungen: im Sitzen und Stehen, mit und ohne Betätigung der Bauchpresse bei geringer, mittlerer und hoher Blasenfüllung.

II. Untersuchungsergebnisse

1. Einzelwerte von 494 Miktionsaufzeichnungen

Von 41 Frauen wurden insgesamt 494 Zeit-Volumen-Kurven des Harnflusses geschrieben. Aus jeder einzelnen Aufzeichnung wurden Miktionsvolumen, Miktionszeit, durchschnittliche und maximale Flußrate bestimmt und zusammen mit der Art der Versuchsdurchführung und dem Alter der Versuchsperson in der Liste 1 des Anhangs aufgeführt.

Statistische Auswertung

Um ein geeignetes Verfahren für die statistische Auswertung der erhaltenen Harnflußraten zu finden, wurde zunächst ihr Verteilungstyp geprüft.

Die Häufigkeitsverteilung der Harnflußraten ist linksschräg (Abb.1 und 2, Tab.1). Es liegt aber nicht nur wegen der erwähnten Asymmetrie keine Normalverteilung vor sondern auch wegen der Tatsache, daß Flußraten nur Werte ≥ 0 annehmen können, während eine Normalverteilung von $-\infty$ bis $+\infty$ reicht.

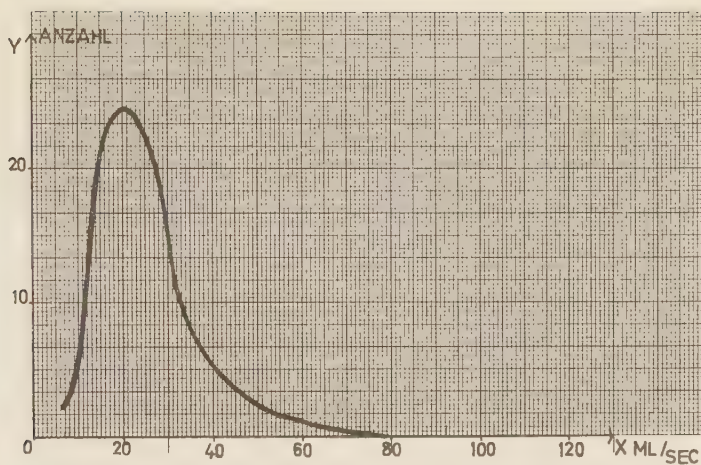


Abb.1. Häufigkeitsverteilung von 494 durchschnittlichen Harnflußraten.

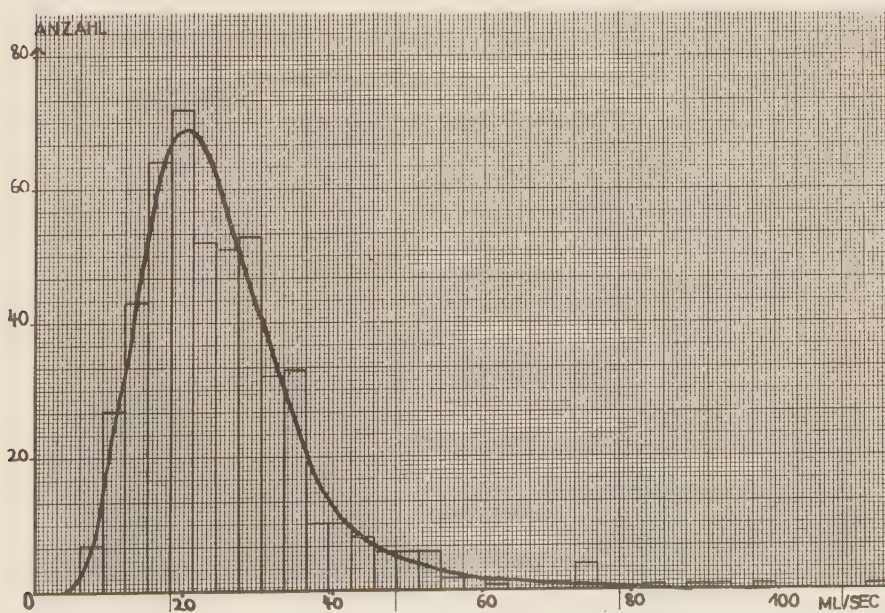


Abb.2. Häufigkeitsverteilung der durchschnittlichen Harnflußraten. Klassenlänge: 3 ml/sec.

Werden in einem Wahrscheinlichkeitsnetz die aufeinanderfolgenden Häufigkeitswerte der Flußraten (aus Tab.1) an den jeweiligen Klassengrenzen schrittweise summiert, so streuen die Punkte um eine Kurve, die bei kleinen Flußraten verhältnismäßig steiler ansteigt als bei großen (Abb.3).

Handelt es sich um eine logarithmische Kurve, so ist zu erwarten, daß beim Eintragen der Häufigkeitswerte der Flußraten in logarithmisches Wahrscheinlichkeitspapier eine Gerade daraus resultiert (Abb.4).

Da diese Bedingung erfüllt wird, sind die
L o g a r i t h m e n der Harnflußraten normal verteilt.

Tabelle 1

Häufigkeitsverteilung der durchschnittlichen Harnflußraten
 Klassenlänge: 3 ml/sec

Klassenmittel- punkt ml/sec	Anzahl	Summenhäufigkeit in %
8	7	1,4168
11	27	6,8816
14	43	15,5848
17	64	28,5384
20	72	43,1112
23	52	53,6360
26	51	63,9584
29	53	74,6856
32	32	81,1624
35	33	87,8416
38	10	89,8659
41	10	91,8902
44	8	93,5094
47	6	94,7238
50	6	95,9382
53	6	97,1526
56	2	97,5574
59	2	97,9622
62	1	98,1646
65	0	98,1646
68	0	98,1646
71	0	98,1646
74	4	98,9742
77	0	98,9742
80	0	98,9742
83	1	99,1766
86	0	99,1766
89	1	99,3790
92	1	99,5814
95	0	99,5814
98	1	99,7838
101	0	99,7838
104	0	99,7838
107	0	99,7838
110	0	99,7838
113	1	99,9862
Gesamt:	494	≈ 100

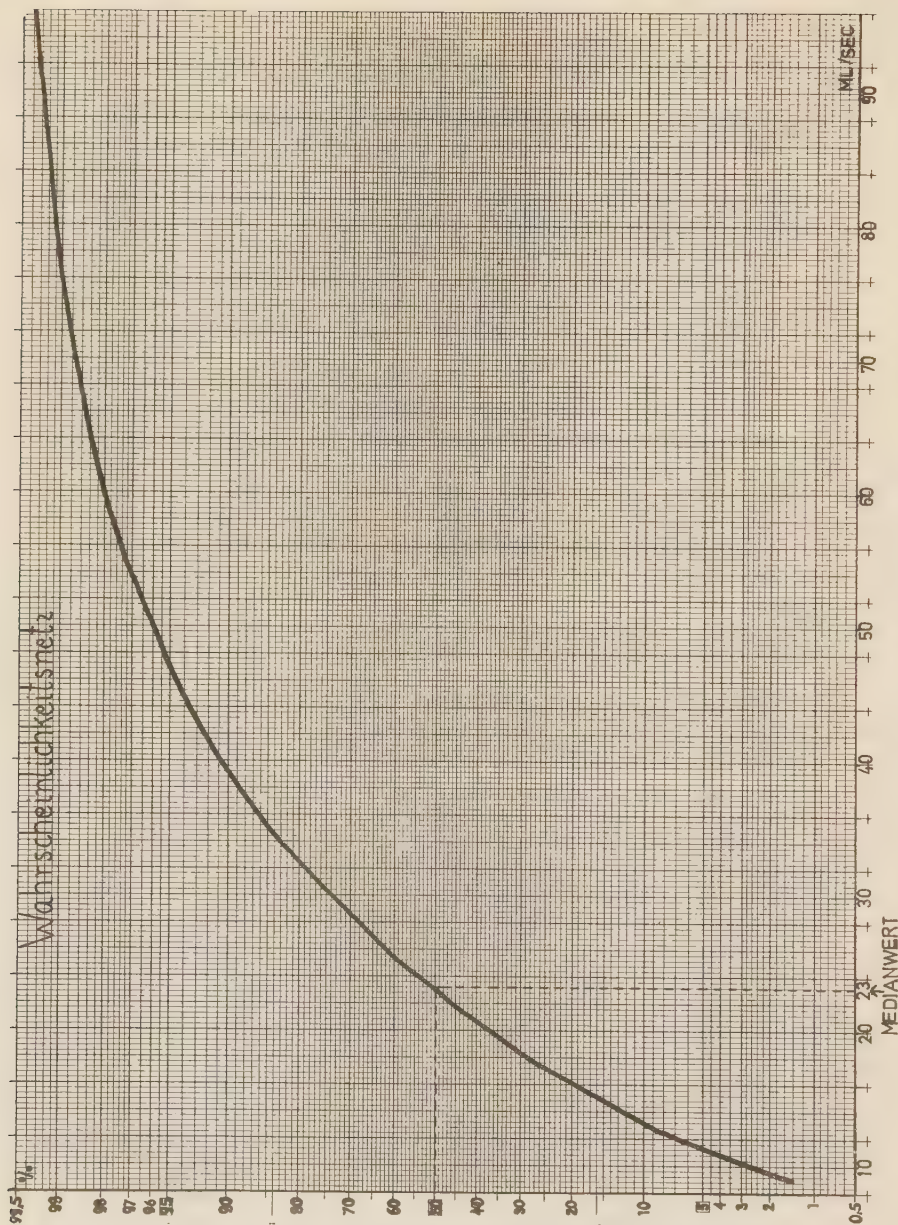


Abb.3. Es wurden die Häufigkeitssummen der durchschnittlichen Miktionsraten in % der Gesamtzahl in ein Wahrscheinlichkeitsnetz eingetragen. Abszissenachse gleichmäßig geteilt.

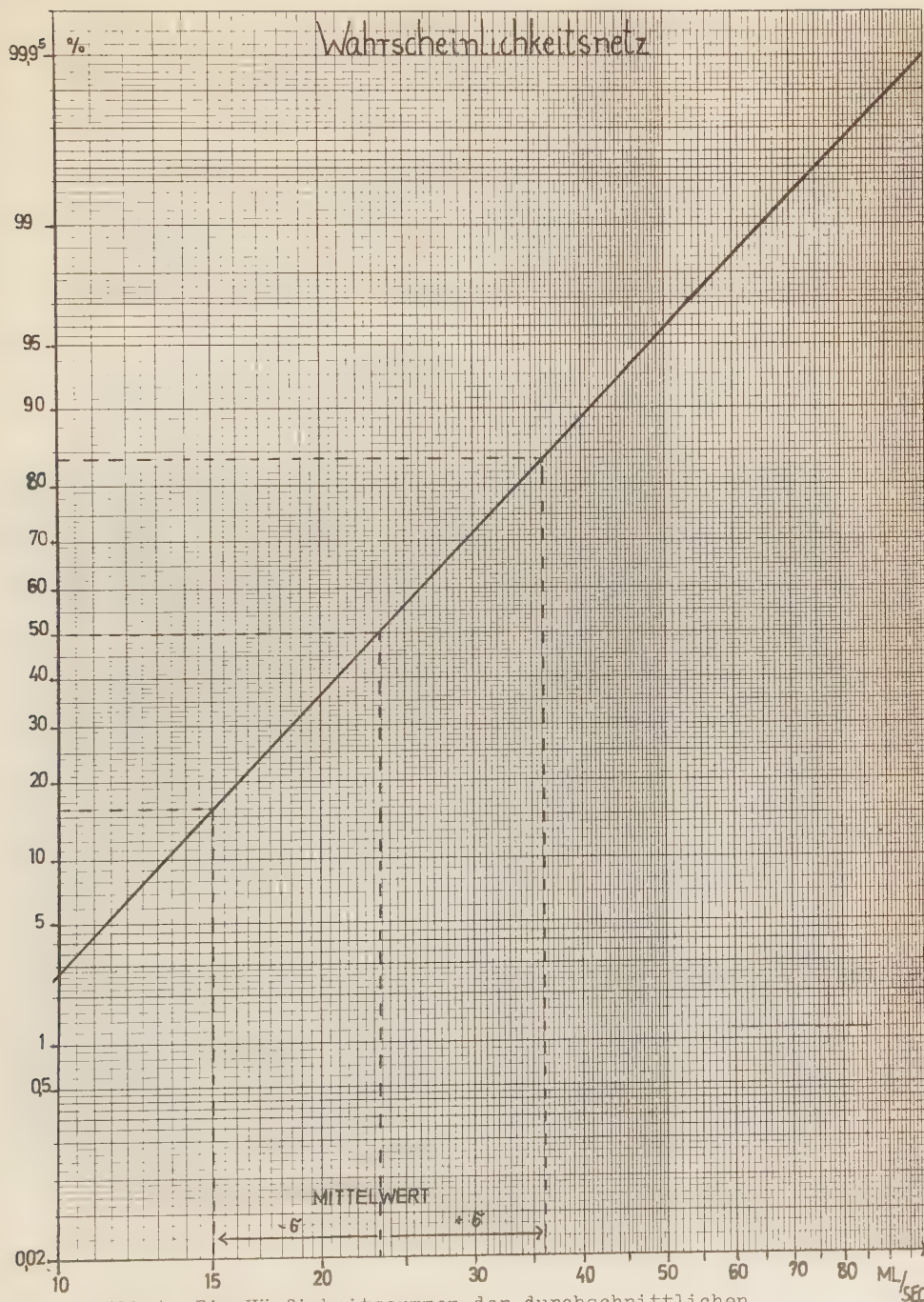


Abb.4. Die Häufigkeitssummen der durchschnittlichen Miktionsraten in % der Gesamtzahl wurden in ein Wahrscheinlichkeitsnetz eingetragen. Abszissenachse

Man erhält nun eine Gauß'sche Glockenkurve, wenn man auf der Abszisse nicht (wie in Abb.1 und 2) die Flußrate x sondern ihren Logarithmus aufträgt, d.h. in einem z - y -Koordinatensystem mit $z = \ln x$ erhält man eine Normalverteilung (Abb.5 und 6). $x=0$ geht dabei in $z = \ln 0 = -\infty$, $x=10$ in $z = \ln 10$ usw. über. Die in Abb.1 bei $x=10$ eingezeichnete Anzahl y wird in Abb.6 bei $z = \ln 10$ in y -Richtung abgetragen usw. Auf die entstehende Normalverteilung können die üblichen für Normalverteilungen zulässigen Verfahren angewendet werden.

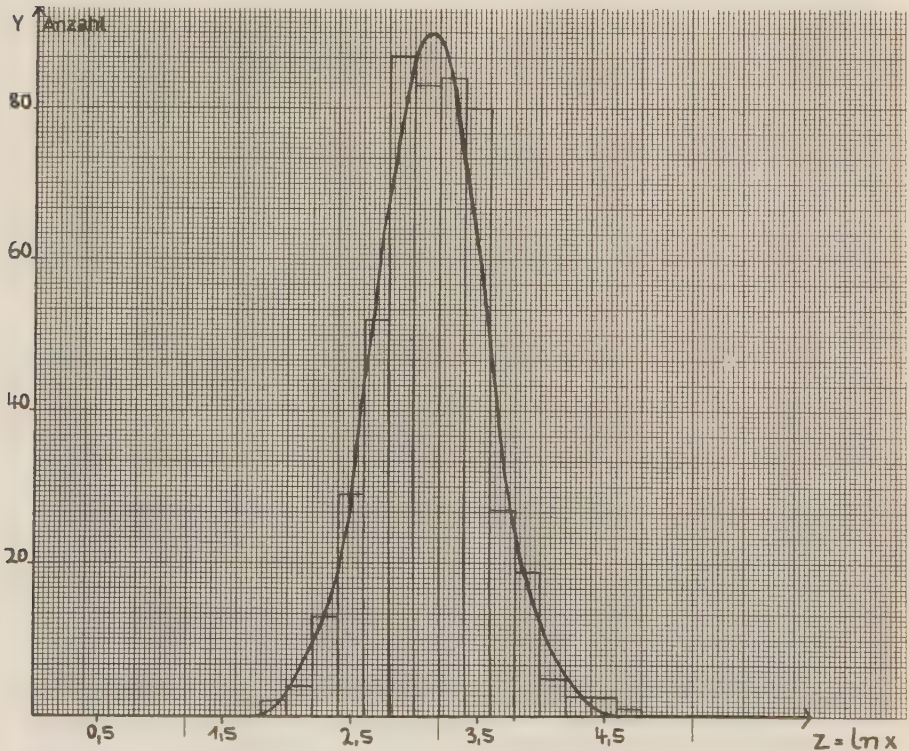


Abb.5. Häufigkeitsverteilung der Logarithmen der Miktionsraten. Klassenlänge: 0,2.

Die allgemeine Form der Normalverteilung ist

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (-\infty < z < \infty)$$

wobei $z = \ln x$ und $x = \text{Flußrate}$,

$m = \text{Mittelwert der natürlichen Logarithmen der Flußraten,}$

$\sigma = \text{Standardabweichung,}$

$y = \text{Wahrscheinlichkeit des Punktes } z,$

$e = \text{Basis des natürlichen Logarithmus und}$

$\pi = \text{das bekannte Verhältnis von Kreisumfang zu Kreisdurchmesser.}$

Die Berechnung von Mittelwert m , Standardabweichung σ und mittlerem Fehler des Mittelwertes $\bar{\sigma}$ erfolgt gemäß:

$$m = \frac{\sum z}{n}, \quad \text{wobei } n = \text{Anzahl der Messungen}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\Delta z)^2}{n-1}}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Innerhalb von $m \pm 1\sigma$ liegen 68,26 % aller Einzelwerte

" " $m \pm 2\sigma$ " 95,44 % " "

" " $m \pm 3\sigma$ " 99,74 % " "

Die Verteilung der Harnflußraten ist somit durch zwei Größen charakterisiert: den Mittelwert und die Standardabweichung ihrer Logarithmen. Dies ist bei der Feststellung von Wert, ob der Unterschied zweier Mittelwerte zufälliger oder wesentlicher Art ist. Ein Mittelwert ist von einem unter gleichen Bedingungen gefundenen anderen Mittelwert mit 95 % (99%) Wahr-

scheinlichkeit wesentlich verschieden, wenn er außerhalb der 2σ (3σ) -Grenze liegt.

Bemerkt sei noch, daß die dem Mittelwert der natürlichen Logarithmen der Flußraten entsprechende Flußrate mit dem Medianwert der asymmetrischen Verteilung der Flußraten identisch ist.

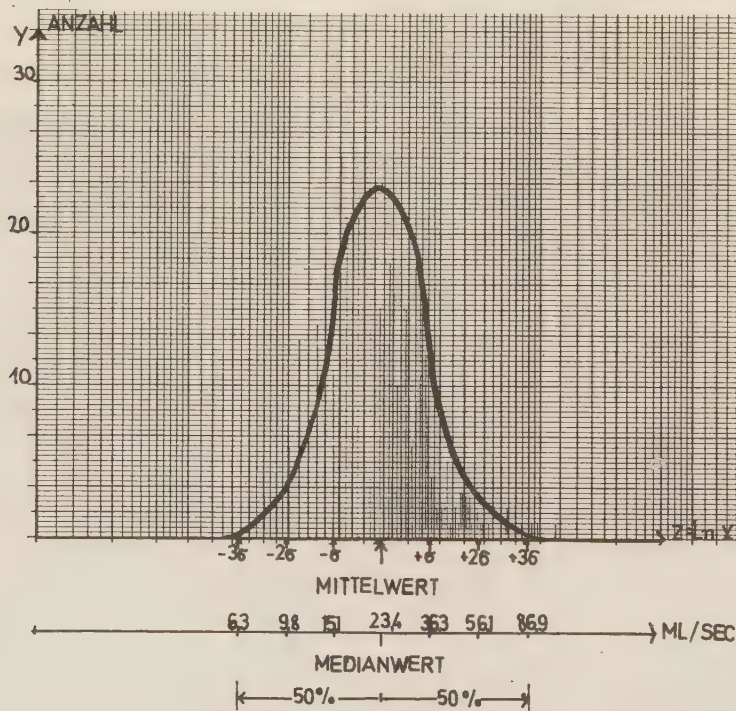


Abb.6. Verteilung der Logarithmen der durchschnittlichen Flußraten. Der Medianwert der Flußraten und die den $m \pm 1\sigma$ -, $m \pm 2\sigma$ - und $m \pm 3\sigma$ -Grenzen entsprechenden Flußraten wurden eingetragen.

Für die Gesamtheit der 494 durchschnittlichen Flußraten ist der Mittelwert m ihrer Logarithmen gleich 3,15478; die Standardabweichung σ beträgt 0,43665. Die Werte stimmen fast genau mit den aus der graphischen Darstellung (Abb.4) gewonnenen überein. Die Punkte 23,3 ml/sec, 50% und 15 ml/sec, 15,9% erlauben nämlich die graphische Bestimmung der Parameter Mittelwert m und Standardabweichung σ , denn $\ln 23,3 = 3,14845 \approx m$ und $\ln 23,3 - \ln 15,0 = 0,44673 \approx \sigma$.

Den Werten der logarithmischen Verteilung entsprechen folgende durchschnittliche Flußraten (Abb.6). Man erhält sie durch Delogarithmieren.

$m - 3\sigma$	= 1,84483	Δ	6,3 ml/sec
$m - 2\sigma$	= 2,28148	Δ	9,8 ml/sec
$m - \sigma$	= 2,71813	Δ	15,1 ml/sec
m	= 3,15478	Δ	<u>23,4 ml/sec</u>
$m + \sigma$	= 3,59143	Δ	36,3 ml/sec
$m + 2\sigma$	= 4,02808	Δ	56,1 ml/sec
$m + 3\sigma$	= 4,46473	Δ	86,9 ml/sec

Folglich liegen zwischen

15,1 und 36,3 ml/sec	68,26%	aller durchschnittlichen Flußraten
9,8 " 56,1 ml/sec	95,44%	" " "
<u>6,3</u> " 86,9 ml/sec	99,74%	" " "

Tabelle 2 zeigt die Medianwerte der durchschnittlichen Flußraten der Versuchspersonen 1 bis 20, von denen pro Person zwischen 12 und 64 Messungen gemacht wurden. Die Werte liegen mit Ausnahme von Nr.14 und 16 innerhalb der 68,26%-Grenze aller durchschnittlichen Flußraten.

Tabelle 2

Nr.	Alter	Anzahl der Einzelmessungen	Medianwert in ml/sec
1	22	16	35,2
2	26	15	29,9
3	28	15	22,4
4	21	15	25,0
5	27	12	23,9
6	27	64	22,5
7	23	18	16,7
8	19	20	28,2
9	18	17	23,7
10	26	22	26,7
11	18	15	28,5
12	18	14	17,3
13	19	19	39,3
14	22	13	<u>45,1</u>
15	26	14	29,7
16	35	18	<u>15,0</u>
17	23	21	23,2
18	21	14	18,5
19	17	20	23,1
20	28	16	15,6

Der Medianwert der durchschnittlichen Flußraten der Probanden 1-41 beträgt bei der Versuchsdurchführung im Sitzen ohne Betätigung der Bauchpresse für Miktionsmengen zwischen 150 und 350 ml 20,9 ml/sec.

Es liegen zwischen
 14,8 und 29,5 ml/sec 68,26% der durchschnittlichen Flußraten
 10,5 " 41,6 ml/sec 95,44% " " "
7,4 " 58,7 ml/sec 99,74% " " "

Auffallend ist, daß sich die klinisch wichtige untere Grenze trotz der Festlegung der Art des Harnlassens und des Füllungsvolumens gegenüber ihrer Bestimmung aus allen durchschnittlichen Flußraten nur wenig ändert.

2. Prüfung der Harnflußraten im Sitzen, Stehen, mit und ohne Pressen bei verschiedenen Blasenvolumina.

Liste 2 des Anhangs wurde erhalten, indem von den in einer Rubrik mehrfach vorhandenen durchschnittlichen Flußraten der Liste 1 der Mittelwert ihrer natürlichen Logarithmen gebildet und die ihm entsprechende Flußrate eingetragen wurde.

Aus dieser Liste wird für die Probanden 1-20 für jede vergleichbare Bedingung wieder der Mittelwert der natürlichen Logarithmen der Flußraten ermittelt und die ihm entsprechende Flußrate bestimmt (Tab.3).

Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung im			
	Sitzen	Sitzen mit Pressen	Stehen	Stehen mit Pressen
	Harnflußrate in ml/sec			
90-199	17,9	24,7	19,2	24,2
200-399	23,2	32,5	22,8	30,1
über 400	23,2	36,6	21,7	35,5

Tab.3. Medianwerte der durchschnittlichen Flußraten in Abhängigkeit von der Position und der Betätigung der Bauchpresse und unter Berücksichtigung des Füllungsvolumens der Blase von den Probanden 1-20.

Vergleicht man die Harnflußraten im Sitzen und Stehen mit statistischen Methoden, so bestehen keine signifikanten Unterschiede. Daher wurde bei den weiteren Untersuchungen nur noch die Abhängigkeit der durchschnittlichen Harnflußraten vom Blasenvolumen und der Betätigung der Bauchpresse geprüft.

Faßt man unter diesem Gesichtspunkt die Ergebnisse von Tabelle 3 zusammen, so erhält man die Werte in Tabelle 4.

Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung	
	ohne Pressen	mit Pressen
	Flußrate in ml/sec	
90-199	18,5	25,1
	↓ 18%	↓ 25%
200-399	21,9	31,3
	↓ 3%	↓ 15%
über 400	22,5	36,0

Tab.4. Medianwerte der durchschnittlichen Flußraten der Probanden 1-20 in Abhängigkeit vom Füllungsvolumen der Blase und der Betätigung der Bauchpresse.

Tabelle 3 und 4 zeigen, daß der Medianwert der durchschnittlichen Harnflußraten steigt:

- a) mit zunehmendem Füllungsvolumen der Blase: bis 400ml bei allen Arten der Versuchsdurchführung; über 400

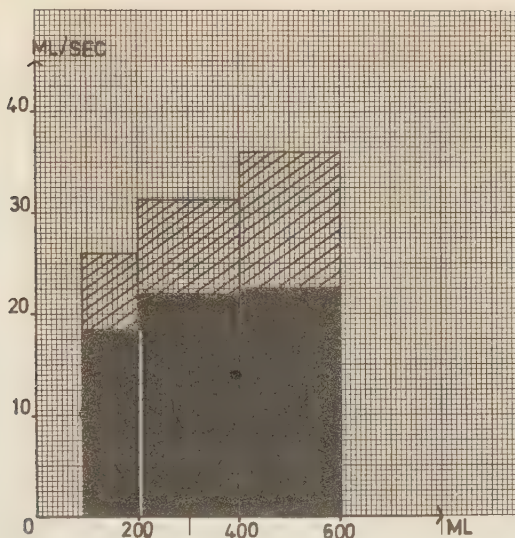


Abb.7. Abhängigkeit der durchschnittlichen Miktionsraten vom Füllungsvolumen der Blase und vom Pressen. schwarz- ohne Pressen, gestreift- mit Pressen.

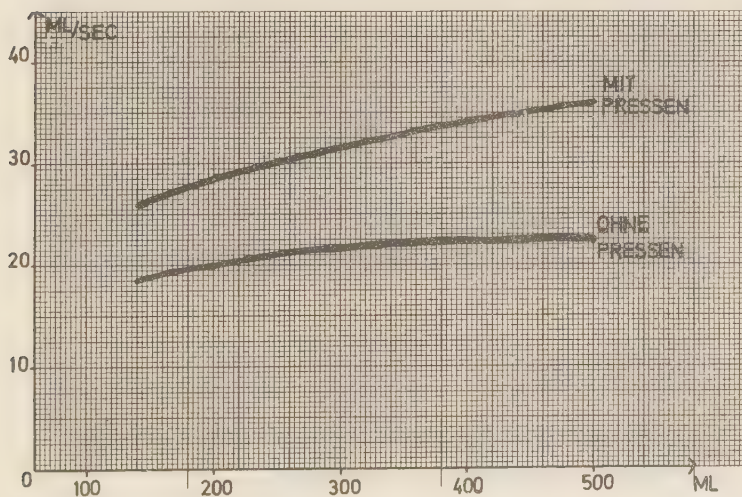


Abb.8. Abhängigkeit der durchschnittlichen Miktionsraten vom Füllungsvolumen und vom Pressen.

ml Blasenvolumen ist die Erhöhung nur bei Betätigung der Bauchpresse bemerkenswert.

- b) durch Betätigung der Bauchpresse während der Miktion. Der Anstieg ist in den höheren Volumengruppen größer und bei Miktionsmengen über 200 ml statistisch signifikant. (Abb.7 und 8).

3. Ergebnisse von 64 Einzelmessungen bei einer Person.

Um einen weiteren Faktor, nämlich die Person, konstant zu halten, wurden mehrere Harnflußmessungen bei derselben Person durchgeführt: 33 ohne und 31 mit Betätigung der Bauchpresse (Abb.9).

Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung	
	ohne Pressen	mit Pressen
	Flußrate in ml/sec	
90-199	16,4	18,2
	↓ 32%	↓ 71%
200-399	21,6	31,1
	↓ -1%	↓ 58%
über 400	21,4	49,0
	↓	↓

Tab.5. Medianwerte der durchschnittlichen Flußraten bei einer 27-jährigen Frau in Abhängigkeit vom Füllungsvolumen der Blase und vom Pressen.

Die Ergebnisse stimmen mit den von den Probanden Nr.1-20 gewonnenen überein. Auffallend ist die zahlenmäßige Übereinstimmung der Medianwerte der Harnflußraten mit und ohne Pressen in der Volumengruppe 200-399 ml.

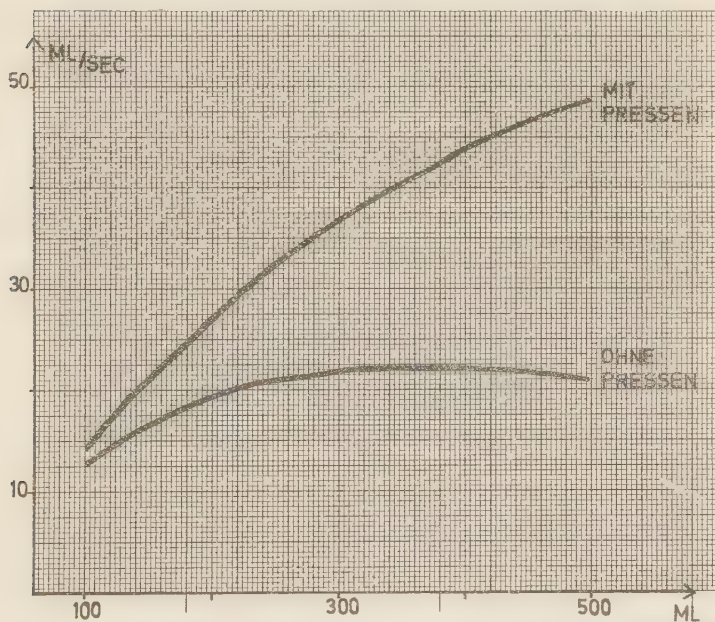


Abb.9. Abhängigkeit der Miktionsraten vom Füllungsvolumen der Blase und vom Pressen. 64 Messungen bei einer 27jährigen Frau.

4. Prüfung der Flußraten auf Altersabhängigkeit.

Alter	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
15-24	19,3	23,6	23,6
25-35	16,5	19,5	20,8

Tab.6. Medianwerte der durchschnittlichen Harnflußraten der Probanden 1-20 in Abhängigkeit vom Alter und vom Füllungsvolumen der Blase.

Trotz des relativ geringen Altersunterschiedes der beiden Gruppen sind die Medianwerte der "älteren" Jahrgänge bereits erniedrigt. Auf eine statistische Auswertung mußte auf Grund der geringen Anzahl und der Tatsache, daß die Frauen der höheren Altersgruppe fast alle geboren hatten, verzichtet werden.

5. Grenzen, innerhalb derer der normale durchschnittliche Harnfluß beim Harnlassen ohne Pressen unter Berücksichtigung des Füllungsvolumens der Blase bei Frauen zu erwarten ist (Abb.10).

Der Bestimmung wurden die durchschnittlichen Harnflußraten der Probanden 1-41, die bei Harnlassen ohne Pressen bei Füllungsvolumina zwischen 90 und 445 ml gewonnen wurden, zugrundegelegt. (Tab.6)

Der Mittelwert der Logarithmen der durchschnittlichen Flußraten beträgt $m = 2,99271$ bei einem mittleren Füllungsvolumen von 250 ml, die Standardabweichung $\sigma = 0,38877$.

Die den $m \pm 16$ -, $m-26$ - und $m-36$ -Grenzen entsprechenden Harnflußraten wurden in Abb.1o eingetragen.

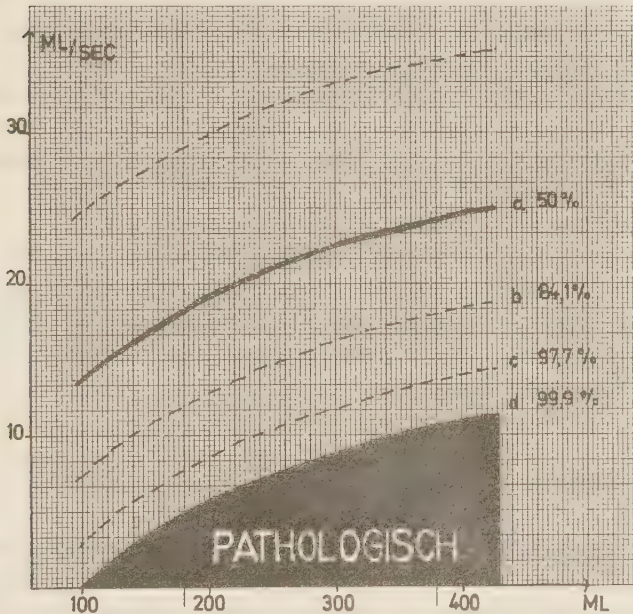


Abb.1o. Abhängigkeit der Miktionsrate vom Füllungsvolumen der Blase. Über der a-Linie liegen 50%, über der b-Linie 84,13%, über der c-Linie 97,72% und über der d-Linie 99,87% der durchschnittlichen Harnflußraten. Schwarz- der sicher pathologische Bereich.

Tabelle 6

Füllungsvolumen in ml	Anzahl der Messungen	durchschnittliches Volumen in ml	Medianwert der Flußraten in ml/sec
90- 99	5	93	13,6
100-145	41	126	15,6
150-195	52	174	20,2
200-245	38	225	20,9
250-295	19	267	20,1
300-345	23	316	23,8
350-395	24	372	23,3
400-445	18	425	24,9

E. Diskussion

Es wurden 494 Zeit-Volumen-Kurven des Harnflusses aufgezeichnet. Im Gegensatz zu den Arbeiten der meisten Autoren untersuchte diese Arbeit vor allem die durchschnittlichen Flußraten. Die Analyse der maximalen Flußraten brachte nichts wesentlich Neues. Ihre Bestimmung ist bei dem oben beschriebenen Verfahren nicht genauer, da beide, durchschnittliche und maximale Flußrate, berechnet werden müssen. Der Vorteil der größeren Genauigkeit der maximalen Flußrate besteht zweifellos bei den Methoden (v.GARRELTS), die unmittelbar eine Kurve für die Flußrate zeichnen, so daß weder der Beginn noch das Ende der Miktion festgelegt werden muß.

I. Auswertung

Die Logarithmen der Harnflußraten sind normal verteilt. Dies bedeutet, eine statistisch genügend große Anzahl von Messungen vorausgesetzt, daß die Grenzen, innerhalb derer der Harnfluß zu erwarten ist, bestimmt werden können. Zur Diagnose von Harnentleerungsstörungen ist die untere Grenze der Norm von Interesse.

In der Literatur wird im allgemeinen die Grenze zum pathologischen Harnfluß empirisch festgelegt. Die meisten Autoren betrachten eine maximale Flußrate von 20 ml/sec bei einem Blasenfüllungsvolumen über 150 bis 200 ml als untere Grenze der Norm.

V.GARRELTS und BACKMAN werten ihre Meßergebnisse mit der sog. Regressionsanalyse aus. Sie glauben, es vernachlässigen zu können, daß dem Harnfluß keine Normalverteilung zugrundeliegt. Bestimmt man jedoch in ihren Untersuchungsreihen die $m-3\sigma$ -Grenzen, so ergeben sich Flußraten, die erfahrungsgemäß nicht der Wirklichkeit entsprechen. Besonders deutlich wird das in BACKMANs Serie bei Frauen, da die Flußraten bei Frauen eine wesentlich größere Standardabweichung haben als bei Männern.

Der Vorteil der logarithmischen Auswertung liegt darin, daß der Tatsache Rechnung getragen wird, daß niedrige Flußraten häufiger vorkommen als hohe. Abb. 6 zeigt, daß 50% der Einzelwerte der 494 bestimmten durchschnittlichen Flußraten in negativer Richtung vom Medianwert (23,4) innerhalb einer Spanne von 17,1 ml/sec, in positiver Richtung aber innerhalb von 63,5 ml/sec vorkommen. Eine nicht-logarithmische Auswertung setzt sich über diese Tatsache hinweg: dem $m+3\sigma$ -Bereich entspricht deshalb in Wirklichkeit eine zu kleine, dem $m-3\sigma$ -Bereich eine zu große Flußraten-spanne. Daher fällt die klinisch wichtige untere Grenze in vielen Fällen selbst für Miktionsmengen über 150 ml in den irrationalen Bereich.

Es ist bekannt und es wird noch genauer darauf eingegangen, daß eine Beziehung zwischen Harnflußrate und Füllungsvolumen der Blase besteht. Es wurde versucht, diese Beziehung graphisch darzustellen (Abb. 10), d.h. eine sog. diagnostische Kurve zu entwerfen, die es dem Praktiker ohne zeitraubende Berechnung ermöglichen soll, eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose zu stellen. Dabei entsprechen der a-Linie in

Abb. 10 die Medianwerte der Flußraten bei den gegebenen Füllungsvolumina; oberhalb und unterhalb dieser Linie liegen je 50 %,
 über der b-Linie 84,13 %,
 über der c-Linie 97,72 % und
 über der d-Linie 99,87 % der gemessenen Flußraten.

Demnach erscheinen hinsichtlich einer Erkrankung des Urogenitaltraktes Flußraten, die

über der b-Linie liegen	unverdächtig
zwischen b- und c-Linie	verdächtig
zwischen c- und d-Linie	stark verdächtig
unter der d-Linie	sicher pathologisch.

Dem Praktiker wäre damit durch die Uroflowmetrie eine einfache Suchmethode zur Feststellung von Erkrankungen des Urogenitaltraktes gegeben. Bei Verdacht könnte dann durch Anwendung komplizierterer Untersuchungsverfahren die Diagnose weiter differenziert bzw. gesichert werden. Vor allem wäre die Uroflowmetrie als Suchmethode in der pädiatrischen Urologie geeignet.

Eigentlich an den Anfang der Überlegungen gehören die Voraussetzungen für die Aufstellung einer sog. diagnostischen Kurve: Sie muß auf einer statistisch genügend großen Anzahl von Personen beruhen, wobei pro Person Messungen bei verschiedenen Füllungsvolumina der Blase gemacht werden sollten. Die Probanden müssen frei von Erkrankungen des Urogenitaltraktes sein. Es ist auf Geschlecht, Alter und alle Bedingungen (siehe später) zu achten, die den Harnfluß bei Gesunden verändern können.

Hinsichtlich dieser Kriterien erhebt Abb. 10 auf Grund der statistisch zu geringen Zahl von 41 Personen nur den Anspruch einer näherungsweisen Bestimmung des Harnflusses und seiner Grenzen in Abhängigkeit vom Füllungsvolumen der Blase; sie gilt für blasengesunde Frauen im Alter von 15 bis 35 Jahren bei Harnlassen ohne Betätigung der Bauchpresse.

Eine Beobachtung am Rande der Untersuchung sei hier erwähnt: Bei den blasengesunden Frauen unterschritt der Harnfluß in keinem Fall die d-Linie. Bei zwei Frauen, die "öfter einmal an einer Cystitis litten", aber zum Zeitpunkt der Messung beschwerdefrei waren, fanden sich bei Volumina von 165 bzw. 295 ml durchschnittliche Flußraten von 3,5 bzw. 4,5 ml/sec. Sie lagen deutlich außerhalb des festgelegten Normalbereichs.

II. Einflußmöglichkeiten auf die Miktionsrate

Fast alle Autoren stellen eine relativ große Veränderlichkeit der Harnflußrate auch bei gleichem Füllungsvolumen der Blase fest. Manche Autoren (STEWART, SCOTT, R., KOONTZ) bezweifeln deshalb den Wert der Uroflowmetrie zur Diagnose von Erkrankungen des Urogenitaltraktes. Die Tatsache allein, daß STEWART bei einem Prostatiker eine maximale Flußrate von 23 ml/sec gemessen hat, ist kein Grund, die Harnflußmessung abzulehnen. Es gibt kaum eine Untersuchungsmethode, die den Patienten weniger belastet und vor allem in Frühfällen immer richtige Ergebnisse liefert. Wichtig ist jedoch, sich über die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit einer Diagnose im klaren zu sein. Eine Möglichkeit, die Wahrscheinlichkeitsgrenzen des normalen Harnflusses zu bestimmen, wurde beschrieben. Weiter sollte versucht werden, diese Grenzen so weit wie möglich einzuengen durch die Feststellung, welche Bedingungen den normalen Harnfluß verändern.

Die große Zahl von Bedingungen, die den Harnfluß möglicherweise beeinflussen und die in einer Untersuchungsreihe nicht berücksichtigt werden können, waren mit ein Grund dafür, daß zunächst eine Auswertung aller errechneten durchschnittlichen Flußraten erfolgte. Ihr Ergebnis zeigt, welche Flußraten bei Frauen der Altersgruppe 15-35 Jahre im Bereich des Möglichen liegen (DIII1).

Als Ursache der Veränderlichkeit der Harnflußrate müssen diskutiert werden:

1. das Untersuchungsgerät,
2. unterschiedliche Eigenschaften verschiedener Per-

sonen und

3. veränderliche Eigenschaften derselben Person.

zu 1.) In der Literatur werden viele verschiedene Apparate zur Harnflußmessung beschrieben. Trotzdem stellen fast alle Autoren Schwankungen der Harnflußrate fest. V.GARRELTs und BACKMAN halten durch das Gerät bedingte Änderungen der Harnflußrate für gering. Und obwohl sie die maximale Flußrate direkt aufzeichnen und nicht, wie wir, die durchschnittliche Flußrate berechnen, streuen auch ihre Werte in relativ weiten Grenzen. Vergleichen wir unsere Ergebnisse bei Frauen mit denen von BACKMAN, so zeigt sich kein wesentlicher Unterschied hinsichtlich der Schwankungen der Harnflußrate. Daraus kann geschlossen werden, daß das Untersuchungsgerät nicht die entscheidende Ursache für die Veränderlichkeit der Harnflußrate ist.

zu 2.) Bei verschiedenen Personen kann ein Unterschied in der Harnflußrate bedingt sein durch

- a) das Geschlecht,
- b) das Alter,
- c) die Parität und
- d) die individuell verschiedene Konstitution.

zu a) Daß die Harnflußrate bei Frauen und Männern verschieden beurteilt werden muß, ist auf Grund der unterschiedlichen Anatomie des Urogenitaltraktes verständlich. Schon GRÖNVALL (1925) stellt bei Frauen steilere Zeit-Volumen-Kurven des Harnflusses fest. Die höhere Flußrate bei Frauen wird später bestätigt (PETER, KAUFMAN, HOLM, BACKMAN). Nach BACKMAN ist der

Unterschied zwischen den Geschlechtern in entsprechenden Altersgruppen signifikant. Interessant ist, daß er den Unterschied nicht auf die verschiedene Länge der Harnröhre (ca. 20 cm beim Mann, ca. 3,5 cm bei der Frau) zurückführt. Der Harnfluß wird nach dem Bernoulli'schen Gesetz in weit stärkerem Maße durch den Durchmesser der Urethra beeinflusst, z. B. bewirkt eine 0,39 -fache Vergrößerung des Durchmessers eine Steigerung der Flußrate von 20 auf 40 ml/sec. Dafür spricht, daß bekanntlich während der Miktion der Frau tatsächlich eine Erweiterung und Verkürzung der Urethra erfolgt. Auf die größere Veränderlichkeit der weiblichen Urethra dürfte die, ebenfalls von BACKMAN festgestellte, größere Standardabweichung der Harnflußrate bei Frauen zurückzuführen sein.

zu c) Bei Frauen kommt ein weiterer Faktor, die Parität, hinzu. BACKMAN stellt fest, daß Frauen entsprechenden Alters, die geboren haben, niedrigere Flußraten haben als solche, welche nicht geboren haben.

zu d) Auch die individuell verschiedene Konstitution dürfte einen Einfluß auf die Miktionsrate haben. Bei zwei sicher blasengesunden Schwestern (Nr. 13 und 36) im Alter von 19 und 18 Jahren wurden durchschnittliche Flußraten bis 46,8 bzw. 82,5 ml/sec bei Harnlassen ohne Pressen und über 100 ml/sec bei Harnlassen mit Pressen erhalten.

zu 3.) Die Harnflußrate schwankt auch bei ein und derselben Person. Dies kann bedingt sein durch

- a) das Füllungsvolumen der Blase,
- b) die Betätigung der Bauchpresse, in geringem Maße durch
- c) die Position während des Harnlassens und
- d) psychische Faktoren.

zu a) Bei Frauen steigt die Harnflußrate mit zunehmendem Füllungsvolumen der Blase. Der Anstieg ist bei niedrigen Volumina relativ größer als bei hohen. Das stimmt mit den Ergebnissen fast aller Forscher überein. Bei Füllungsvolumina über 400 ml kam es zu keinem weiteren Anstieg der Harnflußrate. Bei diesem Volumen liegt im allgemeinen die physiologische Aufnahmekapazität der Harnblase. DRAKE vertritt die Ansicht, daß sehr hohe Volumina zu einer Abnahme des Harnflusses führen; v.GARRELTS und BACKMAN stützen diese Behauptung.

Den Anstieg der Harnflußrate mit wachsendem Volumen führt v.GARRELTS, da der intravesikale Druck nicht mit dem Volumen steigt, auf Änderungen des urethralen Widerstandes zurück. Er glaubt, daß die Dehnung der Blase zu einer Änderung des peripheren Widerstandes führen kann, da die Urethra eine elastische Röhre ist und sich ihre Muskulatur, besonders im proximalen Teil, untrennbar mit der Blasenmuskulatur vermischt. Er zieht eine Parallele zur Uterusmuskulatur unter der Geburt.

In diesem Zusammenhang sei die plastische Eigenschaft der Blasenmuskulatur erwähnt. Sie ist dafür verantwortlich, daß bei langsamer Blasenfüllung, wie das physiologischerweise der Fall ist, es nur zu geringen Drucksteigerungen kommt, da der Blasenmuskel Zeit hat, sich auf seine neue Ruhelage einzustellen. Die Muskelfasern werden mit zunehmender Füllung ge-

dehnt. Wendet man eine Grundgesetzmäßigkeit der Physiologie des Herzmuskels an, so gilt bis zu einem bestimmten Maximum: Je größer die Füllung und damit die Vordehnung der Fasern, desto kräftiger wird die Kontraktion und ein desto größeres Volumen kann gefördert werden. Das würde bedeuten, daß die Harnflußrate mit wachsendem Füllungsvolumen bis zu einem bestimmten Maximum, nämlich der physiologischen Aufnahmekapazität der Harnblase, steigt.

zu b) Bei Frauen steigt die Harnflußrate bei Betätigung der Bauchpresse. In der vorliegenden Untersuchungsreihe finden sich wie bei BACKMAN Flußraten über 100 ml/sec; dies steht im Gegensatz zu v.GARRELT, der bei Männern keine wesentliche Steigerung festgestellt hat. Der Anstieg durch Betätigung der Bauchpresse ist bei Miktionsmengen über 200 ml signifikant. Er nimmt mit dem Füllungsvolumen, auch nach Erreichen der Aufnahmekapazität der Harnblase, zu. Bei Versuchsperson Nr.6 betrug der Anstieg durch Pressen bei Volumina über 400 ml 129 % des Wertes ohne Pressen.

Normalerweise wird die Stärke des Harnflusses in erster Linie durch die Detrusorkraft und den Auslaßwiderstand bestimmt. Die Bedeutung der Bauchpresse bei der normalen Miktion ist noch ungeklärt. BACKMAN u. Mitarb. nehmen an, daß auch gesunde Frauen zu Beginn der Miktion häufig pressen. In der vorliegenden Untersuchungsreihe wurde ausdrücklich zum Pressen aufgefordert. Die durch die Bauchmuskulatur erzeugte zusätzliche Kraft mußte bei gleichbleibendem Auslaßwiderstand zu einem stärkeren Harnfluß führen. Es zeigte

sich, daß die Bauchpresse ihre größte Wirkung oberhalb der physiologischen Aufnahmekapazität der Harnblase entfaltet.

zu c) Beim Harnlassen im Stehen ergaben sich im allgemeinen etwas niedrigere Werte als im Sitzen. Der Unterschied ist unwesentlich. Untersuchungen über die Harnflußrate und den intravesikalen Druck unter Berücksichtigung der Position unternahmen SCOTT, F.B. u. Mitarb. bei 14 jungen Männern. Sie erhielten im Sitzen höhere maximale Flußraten als im Liegen und Stehen. Der intravesikale Druck war vor und nach der Miktion im Stehen am höchsten; während des Harnlassens war der Druck von der Position unabhängig. Die Autoren führen diese Erscheinung darauf zurück, daß vor und nach der Miktion der intravesikale Druck durch das Gewicht der auf der Harnblase ruhenden Baueingeweide beeinflußt wird; während der Miktion dagegen hängt er vor allem von der Detrusorkontraktion, der Blasenelastizität und dem Auslaßwiderstand ab. Eine Erklärung für die höheren Harnflußraten im Sitzen wird nicht gegeben.

zu d) Es ist bekannt, daß die Harnentleerung durch psychische Faktoren leicht beeinflussbar ist (BACKMAN, ARBUCKLE & PAQUIN). BACKMAN stellt, besonders bei jüngeren Frauen, bei der zweiten Flußratenmessung höhere Werte fest. Er führt diese Erscheinung auf stärkere psychische Hemmungen bei der ersten Messung zurück. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde versucht, psychische Störmöglichkeiten weitgehend auszuschalten. Es muß jedoch erwähnt werden,

daß bei Frauen eine Miktion im Stehen nicht der Gewohnheit entspricht; bei dieser Art der Versuchsdurchführung ist in stärkerem Ausmaß mit Störfaktoren zu rechnen. Viele Autoren empfehlen daher, bei Frauen Harnflußmessungen im Sitzen durchzuführen.

Bei Frauen schwankt die Harnflußrate in weiten Grenzen. Es wurden verschiedene Faktoren untersucht, die die Harnflußrate beeinflussen bzw. beeinflussen könnten. Zu diskutieren wäre noch, ob tageszeitliche Schwankungen (Ruhe, Aktivität), Mastdarmfüllung, hormonelle Faktoren, Miktionsfrequenz oder die Geschwindigkeit der Blasenfüllung die Stärke des Harnstromes beeinflussen.

Zur Diagnose von Harnentleerungsstörungen sollten in jedem Fall mehrere Harnflußmessungen durchgeführt werden. Dabei sind die genauesten Ergebnisse zu erwarten, wenn die Bestimmung bei normalem Miktionsvolumen unter möglichst natürlichen Bedingungen gemacht wird.

F. Zusammenfassung

Die Arbeit untersucht mit einem nach einfachem Prinzip arbeitenden Uroflowmeter 494 Harnflußraten bei 41 blasengesunden Frauen im Alter von 15 bis 35 Jahren.

Es zeigt sich, daß die Logarithmen der Harnflußraten normal verteilt sind. Es werden die Grenzen, innerhalb derer der normale Harnfluß zu erwarten ist, bestimmt. Die Harnflußrate schwankt bei derselben Person und bei verschiedenen Personen verhältnismäßig stark. Durchschnittliche Miktionsraten unter 7 ml/sec sind in jedem Fall sicher pathologisch.

Die Harnflußrate steigt bis zu einem Maximum mit dem Füllungsvolumen der Blase. Sie wird durch Pressen während der Miktion erhöht, wobei der Unterschied der Werte zwischen Harnlassen mit und ohne Pressen bei einem Füllungsvolumen über 200ml statistisch signifikant ist. Die Wirkung der Bauchpresse ist um so stärker je höher das Füllungsvolumen der Blase ist. Ferner wird die Abhängigkeit der Miktionsrate von der Position untersucht. In höherem Alter wird eine Tendenz zu niedrigeren Flußraten festgestellt.



Literaturverzeichnis

- ARBUCKLE, L.D. Jr. & PAQUIN, A.J. Jr.: Urinary outflow tract resistance in normal human females.
Invest. Urol. 1:216-228, 1963
- BACKMAN, K.A. & V. GARRELT, B.: Apparatus for recording micturition.
Acta Chir Scand 126: 167-171, 1963
- BACKMAN, K.A.: Urinary flow during micturition in normal women.
Acta Chir Scand 130:357-370, 1965
- BACKMAN, K.A., et al: Micturition in normal women. Studies of pressure and flow.
Acta Chir Scand 132: 413-26, 1966
- BALLENGER, E.G., ELDER, O.F. & McDONALD, H.P.: Voiding distance decrease an important early symptom of prostatic obstruction.
South. Med. J. 25: 863, 1932
- BRESSEL, M.: Uroflowmetry in clinics and private practice.
Urologe 4: 253-6, 1965
- DAVIS, D.M.: Urinary tract obstruction.
J. of Urol. 80: 93-101, 1958
- DRAKE, W.M. Jr.: The uroflowmeter: an aid to the study of the lower urinary tract.
J. Urol. 59: 650-663, 1948

DRAKE, W.M. Jr.: The uroflometer in the study of bladder neck obstructions.

JAMA 156: 1079-1080, 1954

V. GARRELTS, B.: Analysis of micturition. A new method of recording the voiding rate of the bladder.

Acta Chir Scand 112: 326-340, 1956

V. GARRELTS, B.: Intravesical pressure and urinary flow during micturition in normal subjects.

Acta Chir Scand 114: 49-66, 1957

V. GARRELTS, B.: Micturition in the normal male.

Acta Chir Scand 114: 197-210, 1957

V. GARRELTS, B.: Micturition in urethral stricture.

Acta Chir Scand 114: 466-489, 1957

V. GARRELTS, B.: Micturition in disorder of the prostate and posterior urethra.

Acta Chir Scand 115: 227-241, 1958

GLEASON, D.M.: A study of micturition with electronic measuring devices.

Ann. NY Acad Sci 118: 17-25, 1964

GRÖNVALL, H.: Blåstömningens mekanism.

Svenska Läkartidn. 577-595, 1925

HALD, A.: Statistical theory with engineering applications

John Wiley & Sons, Inc., New York, 1952

HINMAN, F. Jr.: Flowmeter for automatically timed void.

J. Urol. 94: 89, 1965

Handbuch der Urologie, Bd. II, Springer-Verlag Berlin, 1965

HOLM,H.H.: A uroflowmeter and a method for combined pressure and flow measurement
J.Urol.88: 318-321, 1962

HOLM,H.H.: Urinary flow determination in women
Nord. Med. 71: 620-622, 14 Mars 1964

JOHANSON,B.: Reconstruction of the male urethra in strictures
Acta Chir Scand Suppl 176, 1953

KAUFMAN,J.J.: A new recording uroflometer: a simple automatic device for measuring voiding velocity
J.of Urol.78: 97, 1957

KAUFMAN,J.J.: Uroflometry in urologic diagnosis
California Med. 95: 100-103, 1961

KOONTZ,W.W.Jr.: A uroflometer recording changes in rate each second
Invest. Urol. 5: 20-9, 1967

LOWSLEY,O.S. & KIRWIN,T.J.: Clinical Urology
Williams & Wilkins Co. Baltimore 1956

MORALES,O. & ROMANUS,R.: Urethrography in the male with highly viscous, water soluble contrast medium umbradical-viscous U.
Acta radiol Suppl 95, 1952

MORALES,O. & ROMANUS,R.: Maligna urethras function normall och vid striktur samt indikationerna for strikturbehandling
Nord. Med. 52: 1179, 1954

SIGEL,A.: Messung der Miktion nach Volumen, Zeit und Druck.
Sonderabdruck aus Verhandlungsbericht der Deutschen Gesellschaft für Urologie, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1966

- PETER, W.P., DRAKE, W.M. Jr. & CAMDEN, N.J.: Uroflometric observations in gynecologic patients
JAMA 166: 721-724, 1958
- PFLIEGER-KURLBAUM, M.: Untersuchungen über die Harnflußmenge bei blasengesunden Frauen
Diss., Erlangen 1967
- ROSS, J.C. & NIXON, A.: The use of the uroflowmeter (A preliminary report)
Brit. J. Surg. 49: 337-341, 1961
- RUTISHAUSER, G. & LEDERMANN, K.L.: Die Uroflowmetrie, eine einfache Methode zur Untersuchung von Entleerungsstörungen der Harnblase
Acta Helv Chir 28: 126-132, 1961
- SCOTT, F.B. et al: Studies on the dynamics of micturition: observations on healthy men
J. Urol. 92: 455-63, 1964
- SCOTT, R. Jr. & McILHANEY, J.S.: Voiding rates in normal adults
J. Urol. 85: 980-982, 1961
- SHIELDS, J.R., BAIRD, R.A. & McDONALD, D.F.: Differential uroflowmetry
J. Urol. 79: 580-588, 1958
- SMITH, J.C.: The measurement and significance of the urinary flow rate
Brit. J. Urol. 38: 701-6, 1966
- STEWART, B.H.: Clinical experience with the uroflowmeter
J. Urol. 84: 414-419, 1960
- WINTER, Ch.C.: Radioisotope uroflometry and bladder residual test. J. Urol. 91: 103-106, 1964

Anhang

Liste 1

1. BROKOP, 22 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	135;5,5;24,5;38,3 140;6,0;23,3;37,1 145;6,0;24,1;41,7	395;10,5;37,6;41,7	410;13;31,5;46,9
Sitzen mit Pressen	180;4,5;40,0;58,3 180;5,5;32,7;68,0	295;7,5;39,3;56,0	410;8;51,3;62,5
Stehen	150;6;25,0;41,1	370;7;52,9;62,5	510;11;46,4;62,5
Stehen mit Pressen	110;3;36,7;62,5 160;6;26,7;78,1	245;7;35,0;56,2	440;7;62,9;62,5

Anm.: Zahlen von links nach rechts: Miktionsvolumen in ml, Miktionszeit in sec, durchschnittliche Miktionsrate in ml/sec und maximale Miktionsrate in ml/sec.

2. DALIBOR, 26 Jahre, 2 Kinder

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	150;6;25,0;34,7	205;12,5;16,4;19,0 310;12;25,8;32,9	510;15,5;32,9;38,5
Sitzen mit Pressen	180;6;30,0;31,2	255;6;42,5;51,1	540;13;41,5;44,3
Stehen	130;6;21,7;26,0	245;10;24,5;33,3 390;15;26,0;29,0	535;16;33,4;39,1
Stehen mit Pressen	185;6,5;28,4;33,6	205;5;41,0;41,7 230;6;38,3;41,7	415;11,5;36,0;39,8

3. EISENREICH, 28 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	135;8;16,9;24,0	210;12,5;16,8;21,9 250;14,0;17,9;24,3	560;38;14,7;18,9
Sitzen mit Pressen	145;7;20,7;26,0	240;7;34,3;43,2	415;15;27,7;32,4
Stehen	150;9,5;15,8;22,1	305;16;19,1;26,0	560;43;13,0;13,8
Stehen mit Pressen	170;6,5;26,1;37,5 175;5,0;35,0;54,7 180;6,0;30,0;39,8	385;11,5;33,5;34,4	560;16,5;34,0;35,7

4. FETZER, 21 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	155;9;17,2;26,0	325;14;23,2;29,8	540;39,0;13,8;29,0
Sitzen mit Pressen	140;5;28,0;41,7	260;7;37,1;56,2	490;10,0;49,0;58,6
Stehen	115;7;16,4;22,7	305;15;20,3;35,2 345;20,5;16,9;33,1 375;23;16,3;27,8	500;23,0;21,7;27,1
Stehen mit Pressen	165;5,5;30,0;37,5	260;6;43,3;62,5 310;9,5;32,6;41,6	440;11;40,0;50,0

5. FRANKE,, 27 Jahre, 1 Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	145;12;12,1;15,6	215;11;19,5;23,0	445;18,5;24,0;27,1
Sitzen mit Pressen	140;6,5;21,5;28,4	290;10,5;27,6;29,8	535;12;44,6;44,6
Stehen	185;12;15,4;22,1	265;15,5;17,1;23,8	500;24;20,8;28,4
Stehen mit Pressen	195;8;24,4;31,2	280;8,5;32,9;33,1	525;10;52,5;58,6

6. F., 27 Jahre, 1 Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	90;5,5;16,4;17,9	225;12,0;18,8;20,8	535;26,0;20,6;27,3
	100;10,5;9,5;12,5	230;13,5;17,1;20,8	605;26,0;23,3;25,4
	135; 7,0;19,3;24,0	230;15,5;14,9;19,2	440;21,5;20,5;28,6
	140;8,0;17,5;22,3	255;10,5;24,5;35,7	
	155;8,0;19,4;24,0	255;10,0;25,5;35,5	
	185;10;18,5;23,9	330;13,5;24,5;26,4	
	165;7,5;22,0;26,8	395;20;19,8;25,9	
	190;9,0;21,1;23,4		
	165;10,5;15,7;19,7		
	170;12;14,2;18,8		
	185;13,5;13,8;18,8		
	195;10;19,5;25,0		
Sitzen mit Pressen	105;9,5;11,1;15,6	210;10;21,0;24,3	540;12,5;43,2;45,5
	125;11;11,4;12,5	270;8;33,8;39,1	
	135;10,5;12,9;14,2	280;8,5;32,9;32,9	
	170;7;24,3;26,8		
	195;8;24,4;31,2		
Stehen	95;6,5;14,6;20,8	230;13,5;17,0;20,8	525;20;26,3;29,2
	185;11;16,8;21,9	235;12;19,6;23,8	450;26;17,3;25,6
	170;10;17,0;22,0	235;10,5;22,4;31,3	
		225;9;25,0;31,3	
		340;16;21,3;26,4	
		365;13;28,1;40,4	
Stehen mit Pressen	95;5;19,0;20,8	200;5;40,0;50,0	445;8;55,6;55,6
	95;7,5;12,7;20,8	215;8;26,9;35,7	
	135;10;13,5;16,4	210;7;30,0;35,7	
	140;5;28,0;37,5	215;8,5;25,3;35,7	
	155;4,5;34,4;46,9	230;7;32,3;35,2	
	190;6;31,7;39,8	240;10;24,0;35,7	
	195;7;27,9;35,7	290;9;32,2;39,1	
	195;13;15,0;19,9	295;8,5;34,8;43,0	
		335;11;30,5;43,0	
		315;9;35,0;40,4	
		335;6,5;51,5;53,6	
		330;6,5;50,8;52,9	
		345;8,5;40,6;46,9	

7. HÖGER, 23 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	175;11,5;15,2;19,9	210;11,5;18,3;24,3	450;32;14,1;21,4
Sitzen mit Pressen	120;8;15,0;18,4 185;8,5;21,8;24,3	290;18;10,1;24,5	410;29,5;13,8;22,7
Stehen	195;16,5;11,8;20,8	250;15;16,7;23,4 275;15,5;17,8;26,8 395;28;14,1;25,6	460;38;12,1;19,1
Stehen mit Pressen	120;7;17,1;28,4	230;11,5;20,0;27,8 270;17;15,9;22,5 310;15;20,7;28,4	415;29;14,3;25,0 455;11,5;39,6;39,6

8. HOFMOCKL, 19 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	195;11;17,7;43,7	225;12;18,8;50,0 230;14;16,4;39,8 270;14,5;18,6;29,6 275;12;22,9;43,3 305;10,5;29,1;38,2 320;12;26,7;44,6	460;14;32,9;49,3
Sitzen mit Pressen	175;5;35,0;43,7	315;9;35,0;62,5 320;6,5;49,2;68,7	540;10,5;51,4;53,1
Stehen	130;4,5;28,8;52,1	300;10;30,0;56,2	410;16;25,6;43,0
Stehen mit Pressen	120;4;30,0;31,2	255;6,5;39,2;43,3 255;9,5;26,8;37,5 340;17;20,0;41,7	455;11,5;39,6;58,0

9. LINZ, 18 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	145;6;24,2;31,2 160;9;17,8;23,4 160;12,5;12,8;19,5	245;13;18,8;24,5	535;17;31,5;34,7
Sitzen mit Pressen	130;6,5;20,0;22,3	335;14;23,9;38,2	570;15;38,0;42,5
Stehen	120;9,5;12,6;19,2	220;10;22,0;38,5 240;12;20,0;21,7	400;15,5;25,8;37,5 435;14;31,1;38,0
Stehen mit Pressen	145;10,5;13,8;14,4	210;9;23,3;31,3 325;9;36,1;43,0	555;7,5;74,0;74,2

10. MEIER, 26 Jahre, 1 Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	175;8;21,9;26,8 185;8,5;21,8;31,2	355;13;27,3;39,5	445;12;37,1;39,8
Sitzen mit Pressen	120;6,5;18,4;31,3	200;8;25,0;41,7 210;9;23,3;37,9 270;10;27,0;41,7	505;20;25,3;27,0
Stehen	160;6,5;24,6;28,8 170;7;24,3;31,3	240;8;30,0;37,9 305;10,5;29,1;39,1 365;14;26,1;32,6 385;12;32,1;36,9	405;12,5;32,4;38,7
Stehen mit Pressen	170;9;18,9;31,3	225;8,5;26,5;35,7 255;9;28,3;35,2 360;11;32,7;42,3 370;11;33,6;35,3	515;16;32,2;42,6

11. MEYER, 18 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	170;6,5;26,2;33,6	235;9;26,1;33,3	490;20;24,5;35,7
Sitzen mit Pressen	180;6;30,0;36,5	310;9,5;32,6;43,0	430;10;43,0;48,6
Stehen	160;7;22,9;34,1	220;9;24,4;35,7 350;10;35,0;57,7 390;13;30,0;38,7	535;26;20,6;21,2
Stehen mit Pressen	170;6;28,3;34,1	220;8;27,5;35,7 265;8;33,1;44,6	410;13;5;30,4;47,8

12. MÜLLER, 18 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	100;7;14,3;17,9	210;16;13,1;18,2	510;26,5;19,2;27,8
Sitzen mit Pressen	115;10;11,5;20,8 190;11,5;16,5;26,8	340;19,5;17,5;22,9	410;15;27,3;34,1
Stehen	195;11;17,7;27,3	305;22;13,9;20,8	490;33;14,8;20,8
Stehen mit Pressen	120;8,5;14,1;17,4 150;7,5;20,0;22,3	255;8;29,4;40,2	470;21,5;21,8;27,3

13. RICHTER I., 19 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	185;5,5;33,6;46,9 195;8;24,4;36,5	245;9;27,2;35,7 285;10,5;27,1;39,1 310;10;31,0;44,6	515;11;46,8;50,6
Sitzen mit Pressen	145;5;29,0;31,2	205;6;34,2;48,6 230;2,5;92,0;92,0 315;3,5;90,0;114,6	420;12;35,0;46,1 455;4;113,8;133,9
Stehen	175;6;29,2;53,6	235;7;33,6;50,0	450;15,5;29,0;49,1
Stehen mit Pressen	165;5;33,0;31,3	300;7;42,8;49,1	435;9,5;45,8;72,9 445;12;37,1;45,1

14. SACHSE, 22 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	135;4;33,8;39,1; 160;5,5;29,1;34,1	310;6,5;47,7;57,3	460;10,5;43,8;48,6
Sitzen mit Pressen	185;2,5;74,0;109,4	365;5;73,0;93,8	570;10,5;54,3;54,1
Stehen	185;3,5;52,8;54,7	215;6,5;33,1;50,0	420;14;30,0;43,0
Stehen mit Pressen	155;3;51,7;62,7	230;5,5;41,8;50,0	430;9;47,8;54,7

15. SCHMIEDL, 26 Jahre, 1 Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	120;5,5;21,8;28,4 135;6,5;20,7;39,1	270;9,5;28,4;40,2	420;17;24,7;38,7
Sitzen mit Pressen	190;4;47,5;62,5	225;7;32,1;41,7	440;15;29,3;54,2
Stehen	155;6;25,8;39,1	210;7;30,0;35,7 360;11;32,7;43,0	440;18;24,4;40,6
Stehen mit Pressen	195;4;48,8;54,7	245;7;35,0;40,2	455;16;28,4;58,3

16. SCHWARZLOSE, 35 Jahre, 1 Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	115;15;7,7;11,4 145;21;6,9;9,8 195;21,5;9,1;15,6	380;29;13,1;17,6	400;41;9,8;13,4
Sitzen mit Pressen	100;9,5;10,5;17,9	230;11;20,9;25,0	405;19;21,3;27,5 425;20;21,3;26,2
Stehen	135;8;16,9;19,5	265;14,5;18,2;25,6 370;23;16,1;26,4	535;36,5;14,6;22,9
Stehen mit Pressen	150;9,5;15,8;22,3 165;8;20,6;25,7	345;17,5;19,7;26,8 380;20,5;18,6;28,8	420;29,5;14,2;24,0

17. SIEBERT, 23 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	170;9;18,9;37,5	255;14;18,2;26,8	445;19;23,4;36,9
Sitzen mit Pressen	135;5;27,0;39,1	270;13,5;20,0;31,4	405;9;45,0;81,2
Stehen	170;6,5;26,1;34,1	225;10;22,5;26,3 300;11;27,3;37,1 345;14,5;23,7;36,8	420;22;19,1;34,2 480;31,5;15,2;35,7
Stehen mit Pressen	95;5,5;17,2;25,0 95;5;19,0;25,0 145;6;24,1;31,3 155;7;22,1;26,8 160;8;20,0;34,1 170;5,5;31,0;39,8	210;8;26,3;36,5 245;9;27,2;35,7	415;14,5;28,6;32,7

18. STEPHAN, 21 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	110;9;12,2;16,8	305;16;19,1;28,4	450;38;11,8;24,0
Sitzen mit Pressen	110;10;11,0;15,6 170;17;10,0;15,6	335;11,5;29,1;50,0	540;16,5;32,7;37,9
Stehen	180;11;16,4;28,8	285;15,5;18,3;31,3 350;20,5;20,1;25,0	440;21;21,0;29,0
Stehen mit Pressen	160;8;20,0;24,0	360;12;30,0;30,0	515;20;25,8;33,5

19. WEHNER, 17 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	115;6,5;17,7;20,8	230;13,5;17,1;33,9	570;16;35,6;54,7
Sitzen mit Pressen	140;7,5;18,7;28,4 145;7;20,7;26,0 180;8,5;21,1;41,7	290;8,5;34,1;39,1 390;17;22,9;49,1	515;13;39,6;43,8
Stehen	100;7;14,3;25,0	210;7,5;28,0;36,5 250;11;22,7;50,0 265;9;29,4;54,7 275;14;19,6;27,8	435;24;18,1;36,2 530;27;19,6;36,5
Stehen mit Pressen	105;5;21,0;25,0 120;5;24,0;34,7	375;14;26,8;40,6	560;19,5;28,7;36,9

20. WILKEN, 28 Jahre, 1 Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	135;12;11,3;13,0 170;11;15,5;22,1	280;28;10,0;13,9 370;35;10,6;15,2	405;26;15,6;20,3
Sitzen mit Pressen	115;2;57,5;78,1	280;9,5;29,5;36,8	400;12;33,3;45,1
Stehen	140;17,8;8,2;13,0	225;19;11,8;19,9 245;25,5;9,6;17,9 355;33,5;10,5;14,2	510;32;15,9;16,2
Stehen mit Pressen	120;10;12,0;15,6	210;11;19,1;26,3	500;23,5;21,2;27,6

21. BAUERNFEIND, 18 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	330;12,5;26,4;43,0		
Sitzen mit Pressen			
Stehen			
Stehen mit Pressen			

22. BEHRINGER, 17 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	200;12;16,7;19,9		
Sitzen mit Pressen	90;5;18,0;22,7		
Stehen			
Stehen mit Pressen			

23. BIRMAN; 18 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	175;7;25,0;31,3		
Sitzen mit Pressen	110;5;22,0;41,7		
Stehen	185;13;14,2;18,2		
Stehen mit Pressen		255;10;25,5;35,2	

24. ERLWEIN, 21 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	160;9;17,8;25,0	215;12;17,9;25,6	
Sitzen mit Pressen	115;7;16,4;22,3 155;7;22,1;26,8	220;9;24,4;27,8 370;18,5;20,0;24,2	
Stehen	105;5;21,0;22,7 120;6;20,0;25,0	220;8;27,5;31,3	
Stehen mit Pressen		215;6;35,8;45,5 240;8,5;28,2;35,2	

25. HEIDENREICH, 32 Jahre, 1 Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen		310;13;23,8;28,6	
Sitzen mit Pressen	140;6,5;21,5;26,8	395;16;24,7;31,2	455;13;35,0;45,1
Stehen	135;10,5;12,9;17,4	225;11,5;19,6;25,6	
Stehen mit Pressen			

26. KELLNER, 18 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	110;7;15,7;20,1	230;10;23,0;41,7 360;13;27,7;41,7	
Sitzen mit Pressen	145;11;13,2;26,0	220;11;20,0;36,5 360;21;17,1;30,0	
Stehen	180;10;18,0;28,8 190;15;12,7;19,9	330;16,5;20,0;37,5	
Stehen mit Pressen	155;10;15,5;26,8	240;10;24,0;41,7	540;25,5;21,1;38,5

27. KLÖBER, 25 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen		210;10;21,0;25,0 230;11;20,9;33,6	
Sitzen mit Pressen	90;8;11,2;15,6	215;8,5;25,3;33,6	
Stehen	125;10;12,5;17,9	355;12;29,6;34,1	
Stehen mit Pressen	105;7,5;14,0;20,8	215;8,5;25,3;35,7 390;13;30,0;31,3	

28. KOLPAK, 25 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	105;7;15,0;17,9	395;46;8,6;12,5	
Sitzen mit Pressen	155;7;22,1;31,3	285;15;19,0;25,6	
Stehen			
Stehen mit Pressen			

29. KRAUS, 15 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	100;5;20,0;28,4	380;10;38,0;49,6	450;18,5;24,3;37,2
Sitzen mit Pressen		240;9;26,7;31,3	400;13;30,8;44,1
Stehen			545;15;36,3;39,3
Stehen mit Pressen			

30. KULT, 25 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	140;13;10,8;18,4	315;13,5;23,3;32,7	435;16;27,2;36,5 495;18;27,5;40,2
Sitzen mit Pressen	170;5;34,0;50,8	330;10,5;31,4;34,1	
Stehen	90;7;12,9;17,9 140;9;15,6;26,8		525;16;32,8;37,7
Stehen mit Pressen	120;9;13,3;19,2 155;10;15,5;25,0	325;9;36,1;40,4 395;14;28,2;40,6	

31. LEHNER, 18 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	145;4;36,3;62,5 160;10;16,0;31,2	225;4;56,3;71,4	
Sitzen mit Pressen	150;2;75,0;85,9	245;2,5;98,0;112,5	
Stehen	190;5,5;34,5;46,9		
Stehen mit Pressen			

32. LIEM, 28 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	125;15,5;8,0;11,2		
Sitzen mit Pressen	130;12;10,8;17,4		
Stehen	115;16;7,2;8,9		
Stehen mit Pressen			

33. LINKE, 22 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen		370;22;16,8;27,2	520;23,5;22,1;32,4
Sitzen mit Pressen	100;5;20,0;25,0	385;11,5;33,5;36,9	
Stehen	95;7;13,6;18,2	280;14;20,0;29,6	
Stehen mit Pressen	110;5,5;20,0;27,8		

34. NETZADAL, 18 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	125;7;17,9;24,0 175;6;29,2;41,7		460;23,5;19,5;31,2
Sitzen mit Pressen	115;5;23,0;31,2	385;14,5;26,6;38,2	
Stehen		310;12;25,8;32,9	
Stehen mit Pressen	110;4,5;24,4;31,2	270;14;19,3;31,2 285;11,5;24,8;38,8	

35. PETERS, 22 Jahre, kein Kind

Versuchs- durchfüh- rung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	170;10,5;16,2;23,4		
Sitzen mit Pressen	155;8;19,4;31,2 190;12;15,8;23,4		
Stehen			
Stehen mit Pressen			

36. RICHTER R., 18 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	165;2;82,5;93,8	355;6;59,2;75,0	
Sitzen mit Pressen		(230;1,5;153,3;187,5) 300;2;150,0;150,0 350;2;175;175;	
Stehen			
Stehen mit Pressen		285;10;28,5;35,2	

37. RICHTER U., 16 Jahre

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	110;11;10,0;11,4		
Sitzen mit Pressen	295;10,5;28,0;31,3		
Stehen			
Stehen mit Pressen			

38. SPENDEL, 20 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	135;6;22,5;26,0 150;7;21,4;24,0 195;7;27,9;39,8		485;16;30,3;48,4
Sitzen mit Pressen		210;6;35,0;50,0 325;10;32,5;34,4	
Stehen			
Stehen mit Pressen			

39. THIEME, 20 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	95;8,5;11,2;14,1	270;20;13,5;21,6	
Sitzen mit Pressen	100;9;11,1;15,6 125;11;11,4;15,6		
Stehen	140;11;12,7;17,4 165;10;16,5;20,8		
Stehen mit Pressen	150;11;13,6;17,4		

40. WEINICKE, 18 Jahre, kein Kind

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	170;10;17,0;26,0		
Sitzen mit Pressen			
Stehen			
Stehen mit Pressen			

41. WILD, 35 Jahre, 2 Kinder

Versuchsdurchführung im	Füllungsvolumen in ml		
	90-199	200-399	über 400
Sitzen	310;17,5;17,7;21,6		
Sitzen mit Pressen			
Stehen			
Stehen mit Pressen			

Liste 2

Lfd.Nr. der Ver- suchs- person	Alter	Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung im			
			Sitzen	Sitzen mit Pressen	Stehen	Stehen mit Pressen
			Harnflußrate in ml/sec			
1	22	90-199	23,9	36,1	25,0	31,3
		200-399	37,6	39,3	52,9	35,0
		über 400	31,5	51,3	46,4	62,9
2	26	90-199	25,0	30,0	21,7	28,4
		200-399	20,5	42,5	25,2	39,6
		über 400	32,9	41,5	33,4	36,0
3	28	90-199	16,9	20,7	15,8	30,1
		200-399	17,3	34,3	19,1	33,5
		über 400	14,7	27,7	13,0	34,0
4	21	90-199	17,2	28,0	16,4	30,0
		200-399	23,2	37,1	17,7	37,3
		über 400	13,8	49,0	21,7	40,0
5	27	90-199	12,1	21,5	15,4	24,4
		200-399	19,5	27,6	17,1	32,9
		über 400	24,0	44,6	20,8	52,5
6	27	90-199	16,8	15,7	16,1	21,2
		200-399	21,3	28,6	21,9	33,9
		über 400	21,4	43,2	21,3	55,6
7	23	90-199	15,2	18,1	11,8	17,1
		200-399	18,3	16,1	16,1	18,7
		über 400	14,1	13,8	12,1	23,8
8	19	90-199	17,7	35,0	28,8	30,0
		200-399	21,6	41,3	30,0	27,6
		über 400	32,9	51,4	25,6	39,6

Lfd.Nr. der Ver- suchs- person	Alter	Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung im			
			Sitzen	Sitzen mit Pressen	Stehen	Stehen mit Pressen
			Harnflußrate in ml/sec			
9	18	90-199	17,7	20,0	12,6	13,8
		200-399	18,8	23,9	21,0	29,0
		über 400	31,5	38,0	28,3	74,0
10	26	90-199	21,8	18,4	24,4	18,9
		200-399	27,3	75,1	29,2	30,1
		über 400	37,1	25,3	32,4	32,2
11	18	90-199	26,2	30,0	22,9	28,3
		200-399	26,1	32,6	29,5	30,2
		über 400	24,5	43,0	20,6	30,4
12	18	90-199	14,3	13,8	17,7	16,8
		200-399	13,1	17,5	13,9	29,4
		über 400	19,2	27,3	14,8	21,8
13	19	90-199	28,6	29,0	29,2	33,0
		200-399	28,4	65,6	33,6	42,8
		über 400	46,8	63,1	29,0	41,2
14	22	90-199	31,3	74,0	52,8	51,7
		200-399	47,7	73,0	33,1	41,8
		über 400	43,8	54,3	30,0	47,8
15	26	90-199	21,2	47,5	25,8	48,8
		200-399	28,4	32,1	31,3	35,0
		über 400	24,7	29,3	24,4	28,4
16	35	90-199	7,8	10,5	16,9	18,0
		200-399	13,1	20,9	17,1	19,1
		über 400	9,8	21,3	14,6	29,5

Lfd.Nr. der Ver- suchs- person	Alter	Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung im			
			Sitzen	Sitzen mit Pressen	Stehen	Stehen mit Pressen
			Harnflußrate in ml/sec			
17	23	90-199	18,9	27,0	26,1	21,8
		200-399	18,2	20,0	24,4	26,7
		über 400	23,4	45,0	17,0	28,6
18	21	90-199	12,2	10,5	16,4	20,0
		200-399	19,1	29,1	19,2	30,0
		über 400	11,8	32,7	21,0	25,8
19	17	90-199	17,7	20,1	14,3	22,4
		200-399	17,1	27,9	24,6	26,8
		über 400	35,6	39,6	18,8	28,7
20	28	90-199	13,2	57,5	8,2	12,0
		200-399	10,3	29,5	10,6	19,1
		über 400	15,6	33,3	15,9	21,2
21	18	90-199				
		200-399	26,4			
		über 400				
22	17	90-199		18,0		
		200-399	16,7			
		über 400				
23	18	90-199	25,0	22,0	14,2	
		200-399				25,5
		über 400				
24	21	90-199	17,8	19,0	20,5	
		200-399	17,9	22,1	27,5	31,7
		über 400				

Lfd.Nr. der Ver- suchs- person	Alter	Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung im			
			Sitzen	Sitzen mit Pressen	Stehen	Stehen mit Pressen
			Harnflußrate in ml/sec			
25	32	90-199		21,5	12,9	
		200-399	23,8	24,7	19,6	
		über 400		35,0		
26	18	90-199	15,7	13,2	15,1	15,5
		200-399	25,2	18,5	20,0	24,0
		über 400				21,1
27	25	90-199		11,2	12,5	14,0
		200-399	20,9	25,3	29,6	27,4
		über 400				
28	25	90-199	15,0	22,1		
		200-399	8,6	19,0		
		über 400				
29	15	90-199	20,0			
		200-399	38,0	26,7		
		über 400	24,3	30,8	36,3	
30	25	90-199	10,8	34,0	14,2	14,3
		200-399	23,3	31,4		31,9
		über 400	27,3		32,8	
31	18	90-199	24,1	75,0	34,5	
		200-399	56,3	98,0		
		über 400				
32	28	90-199	8,0	10,8	7,2	
		200-399				
		über 400				

Lfd.Nr. der Ver- suchs- person	Alter	Füllungs- volumen in ml	Versuchsdurchführung im			
			Sitzen	Sitzen mit Pressen	Stehen	Stehen mit Pressen
			Harnflußrate in ml/sec			
33	22	90-199		20,0	13,6	20,0
		200-399	16,8	33,5	20,0	
		über 400	22,1			
34	18	90-199	22,8	23,0		24,4
		200-399		26,6	25,8	21,9
		über 400	19,5			
35	22	90-199	16,2	17,5		
		200-399				
		über 400				
36	18	90-199	82,5			
		200-399	59,2			28,5
		über 400				
37	16	90-199	10,0			
		200-399		28,0		
		über 400				
38	20	90-199	23,8			
		200-399		33,7		
		über 400	30,3			
39	20	90-199	11,2	11,2	14,5	13,6
		200-399	13,5			
		über 400				
40	18	90-199	17,0			
		200-399				
		über 400				
41	35	90-199				
		200-399	17,7			
		über 400				

Lebenslauf

Ich, Karin Ute F r o m m, wurde am 18. April 1940 als Tochter des Sparkassendirektors Alois Wild und seiner Ehefrau Karoline geb. Richter in Eschenbach/Opf. geboren. Am 28.12.1964 heiratete ich den Landgerichtsrat Günter Fromm.

Nach 4jährigem Besuch der Volksschule trat ich 1951 in die Private Realschule in Eschenbach ein. Ab 1957 besuchte ich die Städtische Mädchenoberrealschule in Weiden, an der ich im Juli 1960 die Reifeprüfung bestand.

Im Wintersemester 1960/61 begann ich das Medizinstudium an der Universität Würzburg. Nach einjähriger Unterbrechung des Studiums legte ich am 27.4.1964 die ärztliche Vorprüfung ab. In den klinischen Semestern studierte ich an den Universitäten München und Erlangen. Am 31.1.1968 beendete ich die ärztliche Prüfung in Erlangen mit sehr gutem Erfolg. In der Folgezeit beschäftigte ich mich mit meiner Promotionsarbeit.

Erlangen, den 31. Januar 1969

Karin Ute Fromm.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
